

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
EKONOMICKÁ FAKULTA

KATEDRA FINANČÍ

Ocenění investičního projektu v potravinářském odvětví na bázi metodologie reálných opcí
Investment Project Valuation in the Food Industry on the Basis of the Real Options
Methodology

Student: Bc. Jana Montagová
Vedoucí diplomové práce: prof. Dr. Ing. Zdeněk Zmeškal

Ostrava 2017

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Ekonomická fakulta
Katedra financí

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Jana Montagová**

Studijní program: N6202 Hospodářská politika a správa

Studijní obor: 6202T010 Finance

Téma: Ocenění investičního projektu v potravinářském odvětví na bázi
metodologie reálných opcí
Investment Project Valuation in the Food Industry on the Basis of the
Real Options Methodology

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
 2. Charakteristika reálných opcí
 3. Popis metody reálných opcí na investice
 4. Aplikace reálných opcí v investičním rozhodování firmy
 5. Závěr
- Seznam použité literatury
Seznam zkratk
Prohlášení o využití výsledků diplomové práce
Seznam příloh
Přílohy

Seznam doporučené odborné literatury:

- BOER, Frank. *The real options solution. Finding total value in a high-risk world*. New York: Wiley, 2002. ISBN 0-471-20998-8.
- ČULÍK, Miroslav. *Aplikace reálných opcí v investičním rozhodování firmy*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2013. ISBN 978-80-248-3069-8.
- SCHOLLEOVÁ, Hana. *Hodnota flexibility: reálné opce*. Praha: C.H. Beck, 2007. ISBN 978-80-7179-735-7.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

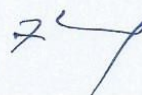
Vedoucí diplomové práce: **prof. Dr. Ing. Zdeněk Zmeškal**

Datum zadání: 18.11.2016

Datum odevzdání: 21.04.2017



Ing. Iveta Ratmanová, Ph.D.
vedoucí katedry



prof. Dr. Ing. Zdeněk Zmeškal
děkan fakulty

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci, včetně všech příloh, vypracovala samostatně.

V Ostravě dne 7. dubna 2017

Jana Montagová

Bc. Jana Montagová

OBSAH

1	Úvod	6
2	Charakteristika reálných opcí	8
2.1	Opce a jejich základní klasifikace	8
2.1.1	Členění opcí.....	8
2.2	Základní parametry reálných opcí	13
2.2.1	Hodnota podkladového aktiva.....	14
2.2.2	Realizační cena.....	14
2.2.3	Doba do splatnosti.....	14
2.2.4	Volatilita hodnoty podkladového aktiva	14
2.2.5	Bezriziková úroková sazba.....	15
2.2.6	Vnitřní hodnota	15
2.3	Cena opce	15
2.4	Oceňování projektů.....	16
2.5	Předpoklady oceňování opcí.....	17
2.6	Základní typy reálných opcí	17
2.6.1	Opce na rozšíření výrobní kapacity.....	18
2.6.2	Opce na zúžení výrobní kapacity	19
2.6.3	Opce na dočasné přerušení výroby.....	20
2.6.4	Opce na ukončení výroby.....	22
2.6.5	Ocenění projektu s portfoliem reálných opcí	23
2.7	Analýza citlivosti.....	23
3	Popis metody reálných opcí na investice.....	24
3.1	Stanovení volných finančních toků projektu	24
3.1.1	Provozní příjmy z investice.....	24
3.1.2	Kapitálové výdaje.....	29
3.1.3	Finanční toky nezadlužených projektů.....	29
3.1.4	Finanční toky zadlužených projektů	30
3.2	Stanovení hodnoty projektu.....	30
3.3	Simulace náhodného vývoje hodnoty podkladového aktiva	31
3.3.1	Geometrický Brownův proces.....	31
3.4	Diskrétní modely	33

3.4.1	Binomický model pro jedno období.....	34
3.4.2	Binomický model pro více období.....	35
3.5	Postup oceňování opcí pomocí diskrétních modelů.....	35
3.5.1	Replikační strategie.....	36
3.6	Odvození koeficientů růstu, poklesu a přechodových pravděpodobností.....	38
4	Aplikace reálných opcí v investičním rozhodování firmy.....	39
4.1	Charakteristika společnosti.....	39
4.2	Investice do strojního zařízení.....	40
4.3	Určení vstupních parametrů.....	40
4.3.1	Stanovení výchozí ceny.....	40
4.3.2	Rozsah produkce.....	42
4.3.3	Výpočet účetních a daňových odpisů.....	43
4.3.4	Určení volatility hodnoty aktiva.....	44
4.3.5	Stanovení nákladů kapitálu.....	46
4.3.6	Analýza provozních nákladů projektu.....	47
4.4	Ocenění evropských reálných opcí.....	47
4.4.1	Opce na rozšíření výrobní kapacity.....	50
4.4.2	Opce na zúžení výrobní kapacity.....	51
4.4.3	Opce na dočasné přerušení výroby.....	53
4.4.4	Opce na předčasné ukončení výroby.....	54
4.4.5	Opce na rozšíření a předčasné ukončení výroby.....	56
4.4.6	Opce na zúžení a předčasné ukončení výroby.....	57
4.4.7	Opce na rozšíření, zúžení a předčasné ukončení výroby.....	58
4.5	Ocenění amerických reálných opcí.....	59
4.5.1	Opce na rozšíření výrobní kapacity.....	59
4.5.2	Opce na zúžení výrobní kapacity.....	60
4.5.3	Opce na dočasné přerušení výroby.....	61
4.5.4	Opce na předčasné ukončení výroby.....	61
4.5.5	Opce na rozšíření a předčasné ukončení výroby.....	61
4.5.6	Opce na zúžení a předčasné ukončení výroby.....	62
4.5.7	Opce na rozšíření, zúžení a předčasné ukončení výroby.....	63
4.6	Závěrečné zhodnocení.....	63
4.7	Analýza citlivosti.....	66
5	Závěr.....	74

Seznam použité literatury	77
Seznam zkratk	79
Prohlášení o využití výsledků diplomové práce	
Seznam příloh	
Přílohy	

1 ÚVOD

Zrychlování vývoje a globalizace se všemi důsledky přináší nutnost budování flexibilních systémů a s tím přichází i nezbytnost umět stanovit jejich hodnotu. Flexibilní systém poskytuje možnost adaptace na provozní podmínky, umožňuje realizovat projekty v závislosti na stavu interních i externích podmínek. Nezanedbatelná je však také jeho možnost včas opustit neúspěšné projekty. Jakákoli možnost pozdějších změn zvyšuje jeho hodnotu. Tradiční metody hodnotící investiční projekty jsou však založeny na předpokladu, že podnik má určitou strategii dalšího vývoje, která se jeví v počátku jako nejvhodnější, a tato strategie bude dodržena. Neberou tedy v úvahu hodnotu flexibility, čímž dochází k podceňování projektů, a to zpravidla vede k zamítání projektů v prostředí s vysokou volatilitou, jejichž *NPV* je mírně záporná. Klasickou metodou byly označeny jako ztrátové, ovšem bez započítání hodnoty flexibility, která může být značná, proto je nutné kalkulovat i s její hodnotou. Opce tedy dávají právo na pozdější přizpůsobení se aktuální situaci, kdy lze během životnosti projektu měnit rozhodnutí na základě nových informací.

Cílem této práce je provedení ocenění strojního zařízení na výrobu bezlepkových croissantů za použití reálných opcí na rozšíření, zúžení, dočasné přerušení a předčasné ukončení výroby včetně využití portfolia těchto opcí.

Práce je rozdělena do 5 hlavních kapitol. Druhá a třetí kapitola jsou teoreticky zaměřené, teoretické poznatky jsou pak aplikovány ve čtvrté kapitole. První kapitola je úvod, pátá obsahuje výsledky zkoumání.

Obsahem druhé kapitoly je obecná charakteristika opcí a jejich členění zejména na kupní a prodejní opce. Pro tyto typy opcí je definována vnitřní hodnota a velikost zisku jak z pozice kupujícího, tak prodávajícího opce. Dále jsou zde popsány finanční a reálné opce. Pro reálné opce jsou vymezeny základní parametry, a to hodnota podkladového aktiva, realizační cena, doba do splatnosti, volatilita hodnoty podkladového aktiva, bezriziková úroková míra a vnitřní hodnota. Součástí je rovněž charakteristika pasivního a aktivního přístupu k hodnocení investičního projektu. Následně jsou zde uvedeny jednotlivé typy provozních reálných opcí, které je možné uplatnit v rámci budoucího rozhodování, a tím zvýšit hodnotu již realizovaného projektu. Pro každý typ opce je nejprve proveden její popis, dále jsou definovány základní parametry, a to podkladové aktivum, realizační cena, funkce vnitřní hodnoty a rozhodovací funkce. Nezbytnou součástí je charakteristika analýzy citlivosti.

Třetí kapitola je věnována popisu metodologie reálných opcí. Nejprve je zde uveden postup stanovení volných finančních toků a hodnoty projektu. Následuje charakteristika binomického

modelu pro jedno a více období, kdy se předpokládá, že hodnota podkladového aktiva může v čase růst nebo klesat s danou pravděpodobností. Dále je uveden obecný postup oceňování projektu na bázi metodologie reálných opcí, pozornost je věnována replikační strategii. Následně je popsán geometrický Brownův proces s logaritmickými cenami, dle kterého se vyvíjí hodnota podkladového aktiva. V závěru této kapitoly je uveden postup odvození koeficientů růstu a poklesu včetně přechodových pravděpodobností.

Čtvrtá kapitola obsahuje, kromě představení společnosti a investičního projektu, vstupní výpočty nezbytné pro provedení ocenění projektu a rovněž ceny opcí. Na základě těchto parametrů je nejprve aplikován pasivní přístup, kdy se nepředpokládají aktivní zásahy do již realizovaného projektu. Následně je využita aktivní strategie, kdy je brána v úvahu flexibilita a náhodným parametrem je cena výrobku. Ocenění je zjištěno pomocí binomického modelu pro více období na bázi replikační strategie pro možnost uplatnění opcí na rozšíření, zúžení, dočasné přerušení a předčasné ukončení výroby a také pro portfolio těchto opcí. Ocenění je nejprve provedeno pro opce evropského typu, které je možné uplatnit pouze na počátku pátého roku životnosti investice, a následně pro opce amerického typu umožňující dřívější uplatnění, již od počátku druhého roku. V závěru této kapitoly je provedeno souhrnné zhodnocení zjištěných výsledků a rovněž citlivostní analýza hodnoty projektu a ceny opce na změnu vybraných parametrů.

2 CHARAKTERISTIKA REÁLNÝCH OPCÍ

Obsahem této kapitoly je obecná charakteristika opcí a rovněž je zde provedena jejich základní klasifikace. Blíže je popsána cena opce neboli hodnota flexibility. Následně jsou zde uvedeny jednotlivé typy provozních reálných opcí, a to na rozšíření a zúžení výrobní kapacity včetně opce na dočasné přerušení a předčasné ukončení výroby. Nezbytnou součástí je charakteristika analýzy citlivosti. Zdrojem informací jsou zejména knižní publikace Čulík (2013), Scholleová (2007), Dluhošová (2010), Starý (2003) a Dvořák (1996).

2.1 OPCE A JEJICH ZÁKLADNÍ KLASIFIKACE

Opce, jejíž název je odvozen z latinského slova „*optio*“ (volba), představují vztah mezi kupujícím (*Holder*) a prodávajícím (*Writer*) opce, ve kterém vlastník opce (kupující) má právo, nikoli povinnost, koupit nebo prodat určité množství podkladového aktiva za předem stanovenou (realizační) cenu, a to buď k určitému datu, nebo kdykoli během určité doby, zatímco prodávající opce se zavazuje podřídit jeho rozhodnutí.

Jedná se o termínovaný kontakt s odloženým plněním, ve kterém kupující zaujímá zpravidla tzv. dlouhou (volnou, *long*) pozici a prodávající naopak tzv. krátkou (těsnou, *short*) pozici. Dlouhá pozice umožňuje kupujícímu měnit v budoucnu svá rozhodnutí, avšak vstup do této pozice není bezplatný. Kupujícímu vzniká povinnost uhradit cenu opce neboli opční prémii v době uzavření opčního kontraktu, která částečně kompenzuje možnou ztrátu prodávajícího opce z těsné pozice.

V případě nepříznivého vývoje cen podkladového aktiva se může kupující svého práva vzdát a od obchodu odstoupit. Pokud tak učiní a rozhodne se opci nevyužít, omezí se jeho ztráta na ztrátu ve výši předem zaplacené premie.

2.1.1 ČLENĚNÍ OPCÍ

Existuje celá řada typů opcí, které mohou být klasifikovány dle několika kritérií. Z hlediska práva kupujícího lze opce členit na kupní a prodejní.

Kupní (*Call*) opce dávají vlastníkovu opce právo na budoucí koupi určitého množství podkladového aktiva za předem dohodnutých podmínek.

Kupní opce z pohledu kupujícího (dlouhá pozice) – *Long call opce* – kupující si za opční premii kupuje jednu nebo více call opcí a v budoucnu provádí nákup aktiva.

Vnitřní hodnota je definována následovně:

$$VH_t^K = \max(S_t - X; 0), \quad (2.1)$$

kde S_t je hodnota podkladového aktiva k časovému okamžiku t a X je výše realizační ceny. Z tohoto vztahu je zřejmé, že kupní opce bude uplatněna vždy, pokud je hodnota podkladového aktiva vyšší než realizační cena. Pokud opce není uplatněna, její vnitřní hodnota je rovna nule a opce je bezcenná. Výplata plynoucí z kupní opce pak odpovídá částce, o kterou hodnota podkladového aktiva převyšuje realizační cenu. Zisk z opce je dán podle vztahu:

$$zisk_t^K = VH_t^K - c_t^K = \max(S_t - X - c_t^K; -c_t^K), \quad (2.2)$$

kde c_t^K je cena kupní opce k časovému okamžiku t (opční prémie). Pokud opce není uplatněna, dochází ke ztrátě z opce ve výši prémie. Ztráta kupujícího je tedy omezená výší zaplacené opční prémie a zisk je teoreticky neomezený. Obecně platí, že s rostoucí smluvní cenou X klesá velikost opční prémie a možná ztráta se snižuje.

Kupní opce z pohledu prodávajícího (krátká pozice) – *Short call opce* – prodávající má za obdržení opční prémie povinnost prodat jednu nebo více call opcí kupujícímu opce, čímž na sebe přebírá závazek prodeje daného množství aktiva v budoucnu.

Vnitřní hodnota je definována následovně:

$$VH_t^K = \min(X - S_t; 0). \quad (2.3)$$

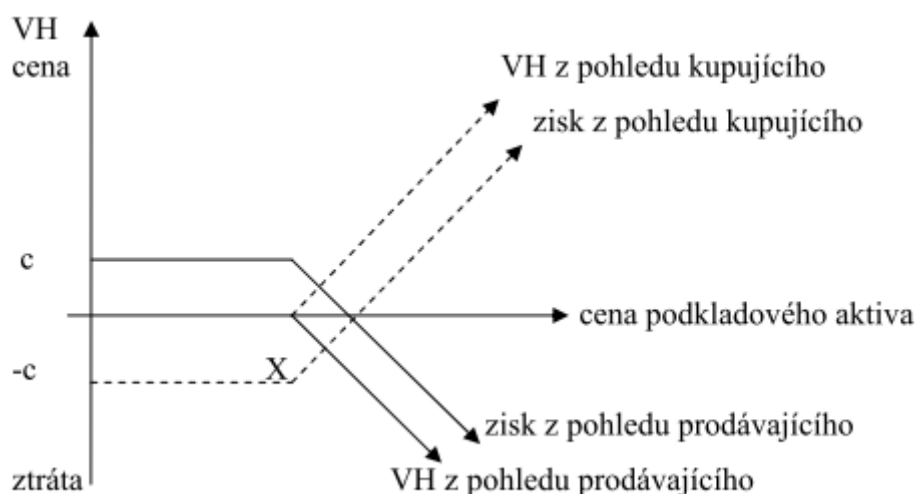
Je-li opce kupujícím uplatněna, prodávajícímu vzniká ztráta, která je neohraničená. V případě nevyužití opce realizuje prodávající zisk, který je však omezen a odpovídá součtu inkasovaných premií. Zisk z opce je dán podle vztahu:

$$zisk_t^K = VH_t^K + c_t^K = \min(X - S_t + c_t^K; c_t^K). \quad (2.4)$$

U kupní opce v krátké pozici také platí, že velikost prémie s růstem smluvní ceny X klesá, avšak zde to znamená naopak menší zisk.

Výše uvedené vztahy pro funkci zisku a vnitřní hodnoty kupní opce z pohledu kupujícího a prodávajícího jsou graficky znázorněny v Obrázku 2.1, ze kterého je zřejmé, že v případě opčních kontraktů hovoříme o podnikání s nulovým součtem, kdy zisk jednoho subjektu je ztrátou druhého subjektu.

Obr. 2.1: Funkce zisku a vnitřní hodnoty kupní opce



Zdroj: Dvořák (1996, vlastní zpracování)

Prodejní (Put) opce jsou aktivem umožňující kupujícímu prodat dané množství podkladového aktiva za předem stanovených podmínek v budoucnu.

Prodejní opce z pohledu kupujícího (dlouhá pozice) – *Long put opce* – držitel prodejní opce v dlouhé pozici si za prémii kupuje jednu nebo více put opcí a v budoucnu má možnost provést prodej aktiva za předem sjednanou cenu.

V případě prodejní opce je velikost výplaty rovna rozdílu, o který realizační cena převyšuje hodnotu podkladového aktiva, a proto uplatnění prodejní opce má smysl pouze při poklesu hodnoty podkladového aktiva. Pokud opce není uplatněna, její vnitřní hodnota je nulová.

Vnitřní hodnotu lze určit následovně:

$$VH_t^P = \max(X - S_t; 0). \quad (2.5)$$

Zisk z opce je dán podle vztahu:

$$zisk_t^P = VH_t^P - c_t^P = \max(X - S_t - c_t^P; -c_t^P), \quad (2.6)$$

kde c_t^P je cena prodejní opce k časovému okamžiku t (opční prémie). Jelikož je dlouhá pozice zvýhodněná, ztráta je opět omezená ve výši zaplacené prémie, avšak také zisk je v tomto případě omezen. Obecně zde platí, že s rostoucí smluvní cenou podkladového aktiva X výše prémie roste, což zvyšuje možnou ztrátu.

Prodejní opce z pohledu prodávajícího (krátká pozice) – *Short put opce* – prodávající se za inkaso prémie zavazuje prodat jednu nebo více put opcí.

Vnitřní hodnota je definována následovně:

$$VH_t^P = \min(S_t - X; 0). \quad (2.7)$$

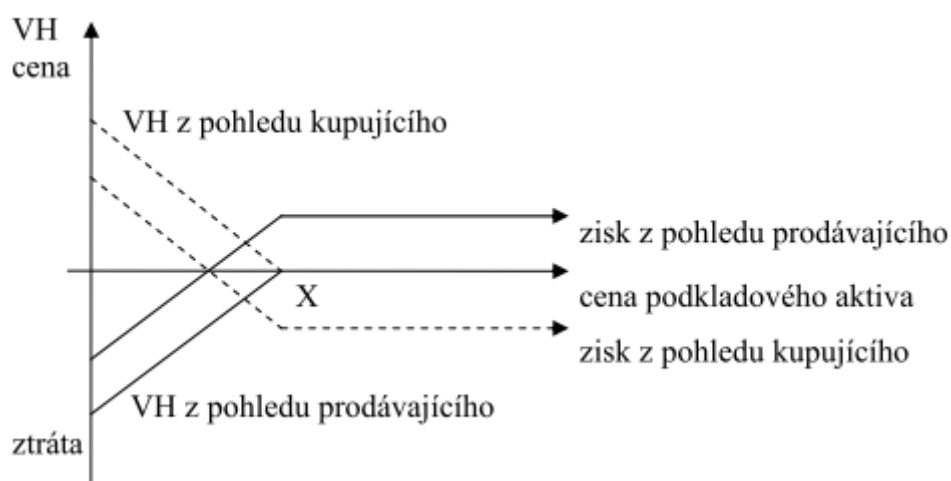
Je-li opce v budoucnosti uplatněna, kupující prodává dané množství podkladového aktiva za předem smlouvenou cenu a prodávající má povinnost se tomuto rozhodnutí přizpůsobit, provádí tedy nákup. Proávajícímu vzniká ztráta, která je omezená. V případě nevyužití opce realizuje prodávající zisk, který je však omezen a odpovídá součtu inkasovaných prémie. Zisk z opce je dán podle vztahu:

$$zisk_t^P = VH_t^P + c_t^P = \min(S_t - X + c_t^P; c_t^P). \quad (2.8)$$

V případě růstu realizační ceny, roste i premie, což znamená i větší možný zisk pro prodávajícího.

Výše uvedené vztahy pro funkci zisku a vnitřní hodnoty prodejní opce z pohledu kupujícího a prodávajícího jsou graficky znázorněny na Obrázku 2.2.

Obr. 2.2: Funkce zisku a vnitřní hodnoty prodejní opce



Zdroj: Dvořák (1996, vlastní zpracování)

Z hlediska okamžiku uplatnění opce rozlišujeme opce amerického a evropského typu.

Evropskou opci lze uplatnit pouze k určitému časovému okamžiku. V případě **americké opce** je možné i dřívější uplatnění. Jelikož americká opce dává držiteli větší práva k rozhodování, musí být její hodnota za stejných podmínek větší nebo rovna hodnotě evropské opce.

Z hlediska složitosti výplatní funkce členíme opce na standardní a exotické.

Standardní opce (*Plain vanilla*) jsou takové, s nimiž nejsou spojena žádná další práva nebo se nevyznačují jinými zvláštními charakteristickými vlastnostmi. Patří zde základní jednoduché typy opcí, a to prodejní a kupní. Tyto opce jsou nejvíce využívány.

Exotické opce jsou charakteristické komplikovanými výplatními funkcemi a jejich konstrukce je velmi obtížná. Vznikají modifikací základních typů opcí, jejichž vypořádání je realizováno v budoucnosti. Jedná se například o opci asijskou, bariérovou, duhovou, diferenční, zpětnou či bermudskou. Asijská opce je vypisována na průměrnou cenu podkladového aktiva během opční doby. Bariérová opce je aktivována až poté, kdy cena podkladového aktiva dosáhne předem stanovené úrovně během životnosti opce. Duhovou opci lze vypsát na dva nebo více podkladových instrumentů. Diferenční opce je spojena se zahraničním podkladovým aktivem. Zpětná opce má variabilní realizační cenu. Bermudská opce vzniká kombinací evropské a americké opce a je možné ji uplatnit ve více předem definovaných datech.

Podle vztahu současné (spotové) ceny podkladového aktiva a realizační ceny se hovoří o opcích, které jsou v penězích, mimo peníze nebo na penězích.

Opce v penězích (*in the money*) – momentální vztah ceny podkladového aktiva a realizační ceny je takový, že by bylo výhodné opci využít.

Opce mimo peníze (*out of the money*) – vztah ceny podkladového aktiva a realizační ceny je takový, že využití opce není pro kupujícího výhodné.

Opce na penězích (*at the money*) – pokud je spotová cena podkladového aktiva rovna realizační ceně. Je tedy zcela lhostejné, zda se opce uplatní, nebo ne.

Nejdůležitější je však rozdělení opcí na finanční a reálné.

Finanční opce jsou vázány na finanční aktiva. Jedná se o typ finančního derivátu, což je odvozený cenný papír, jehož cena se odvíjí od hodnoty jiného aktiva. Aktivum, ke kterému se derivát váže, nazýváme podkladové či předmětné aktivum. Podkladovým aktivem je zejména tržní cena akcie, burzovní index, tržní cena obligace, úroková sazba, měnový kurz, cena komodity.

Výše realizační ceny se v současnosti sjednává mezi danými subjekty a odpovídá částce, za kterou bude zvolené množství podkladového aktiva nakoupeno či prodáno kupujícím v budoucnu. Výše ceny se zpravidla určuje v době uzavření opčního kontraktu spolu s dalšími parametry, mezi které patří typ opce (prodejní či kupní), druh a množství podkladového aktiva a také datum uplatnění opce. Volatilita hodnoty podkladového aktiva odpovídá volatilitě ceny finančního aktiva. Cena finanční opce (opční prémie), kterou kupující nemá zpravidla možnost

ovlivnit, je pak určena jako součet vnitřní hodnoty a časové hodnoty, která je vždy nezáporná a odráží aktuální vliv nabídky a poptávky po dané opci na trhu. Čím je delší doba do zralosti, tím je časová složka vyšší. Obecně platí, že s blížícím se datem do splatnosti se časová hodnota opce postupně snižuje, jelikož klesá pravděpodobnost, že se během doby do vypršení opce příznivě změní podmínky na trhu. V době splatnosti je časová hodnota nulová, což znamená, že se cena opce v době splatnosti rovná její vnitřní hodnotě. Doba do splatnosti opce pak odpovídá době trvání opčního kontaktu, ta je zpravidla krátkodobá.

Reálné opce představují nový přístup při investičním rozhodování a určování hodnoty projektu a firmy, kdy jsou aplikovány metody oceňování finančních opcí na reálná aktiva podniku. Cílem je určit hodnotu budoucích možných rozhodnutí (flexibilitu), která mohou být realizována manažerem projektu.

Reálné opce je možno chápat jako právo na inkasování budoucích peněžních toků souvisejících např. s koupí nebo prodejem aktiv podniku, viz Dluhošová (2010).

Reálnou opci lze definovat jako právo, nikoli povinnost, na budoucí realizaci rozhodnutí, které se týká reálných aktiv podniku. Měly by být budovány, řízeny a oceněny zejména tam, kde hodnota projektu závisí na volatilitě cen komodity běžně obchodované na komoditních burzách, dále pokud se jedná o projekty vztahující se k výzkumu a vývoji nových technologií nebo o projekty v podniku, který je součástí odvětví vyznačující se vysokou volatilitou, viz Scholleová (2007).

Odvětvím, které jako první začalo využívat reálné opce, byla energetika. Dalšími oblastmi jsou kromě výzkumu a vývoje také telekomunikace, bankovníctví, výroba, přírodní zdroje či biotechnologie.

Situace, v nichž je užitečné a nezbytné uplatnit reálné opce, závisí na stupni rizika podkladových aktiv a stupni flexibility, tedy škále možných aktivních zásahů v budoucnu. Kombinace těchto faktorů pak určuje celkovou hodnotu a hodnotu flexibility, viz Dluhošová (2010).

2.2 ZÁKLADNÍ PARAMETRY REÁLNÝCH OPCÍ

Hodnota flexibility projektu je ovlivněna několika parametry, mezi které patří zejména:

- hodnota podkladového aktiva,
- realizační cena,
- doba do splatnosti,
- volatilita hodnoty podkladového aktiva,
- bezriziková úroková sazba,

- vnitřní hodnota.

2.2.1 HODNOTA PODKLADOVÉHO AKTIVA

Podkladové aktivum (S ; *Underlying Asset*) lze definovat jako aktivum, od jehož aktuální tržní hodnoty se odvíjí cena opce. Představuje stochastickou proměnnou, tedy veličinu, jejíž budoucí změny mají náhodný charakter. V případě reálných opcí na rozšíření, zúžení či předčasné ukončení projektu je zpravidla tímto aktivem hodnota projektu (NPV), současná hodnota očekávaných CF projektu. U opce na dočasné přerušení projektu se jedná o hodnotu marže. U kupních opcí obecně platí, že s rostoucí hodnotou podkladového aktiva se cena reálné opce zvyšuje, jelikož se zvyšuje pravděpodobnost, že opce bude uplatněna. Pro prodejní opce platí opak. S rostoucí hodnotou podkladového aktiva klesá pravděpodobnost uplatnění opce a cena opce se postupně snižuje. Hodnota podkladového aktiva může být ovlivněna manažerem projektu, a to využitím určitého typu opce či souboru opcí.

2.2.2 REALIZAČNÍ CENA

Realizační cena (X ; *Exercise; Strike Price*) je cena, která se předem sjednává mezi kupujícím a prodávajícím opce v době uzavření opčního kontraktu. U opce na rozšíření je realizační cenou investiční výdaj na rozšíření výrobní kapacity. V případě opce na zúžení je realizační cena definována jako desinvestiční příjem z prodeje zúžené části výrobní kapacity. U opce na ukončení projektu je to pak výše prodejní ceny či jednotkové variabilní náklady výroby u opce na dočasné přerušení výroby. Obecně platí, že s růstem realizační ceny se hodnota reálné kupní opce snižuje. Pro prodejní opce platí opačná situace, kdy cena této opce s růstem realizační ceny roste.

2.2.3 DOBA DO SPLATNOSTI

Doba do splatnosti (T) představuje časový interval, během kterého lze daný typ reálné opce uplatnit. Jedná se o relativně delší období, odpovídající době životnosti projektu. Pokud se předpokládá, že opce může být uplatněna kdykoli během doby životnosti projektu, jedná se o **americkou opci**. Pokud lze však dané rozhodnutí realizovat pouze v určitém okamžiku životnosti projektu, jedná se o **evropskou opci**. S rostoucí dobou do vypršení opce se její hodnota zvyšuje, jelikož roste pravděpodobnost, že nastane soubor příznivých okolností a dojde k jejímu využití.

2.2.4 VOLATILITA HODNOTY PODKLADOVÉHO AKTIVA

Volatilita hodnoty podkladového aktiva (σ) vyjadřuje míru nejistoty ohledně budoucího vývoje hodnoty podkladového aktiva, tedy kolísání očekávaných budoucích CF . Hodnota opce,

a tedy i projektu, je tím vyšší, čím vyšší je riziko podkladového aktiva. Tato vlastnost platí pro prodejní i kupní opce, což je dáno tím, že s růstem volatility hodnoty podkladového aktiva může být opce výnosnější a zvyšuje se tak i pravděpodobnost jejího uplatnění v budoucnosti. Volatilita nebude celkovou hodnotu projektu (NPV) snižovat, jelikož v případě pozitivního vývoje podnikový management využije všech možností k využití příznivé situace. V průběhu negativního vývoje vybudovanou flexibilitu naopak nevyužije, a tím minimalizuje ztrátu.

2.2.5 BEZRIZIKOVÁ ÚROKOVÁ SAZBA

Pro bezrizikovou úrokovou sazbu (R_F) zpravidla platí, že s jejím růstem se hodnota projektu mění jednak podle typu opce, která je na projekt navázána, a jednak v závislosti na dalších vstupních parametrech. Promítá se do predikce současných hodnot budoucích CF , kde ovlivňuje výši diskontního faktoru. Její působení nelze u reálných opcí zobecnit.

2.2.6 VNITŘNÍ HODNOTA

Vnitřní hodnota neboli výplatní funkce (*Pay-off Function*) představuje velikost výplaty v momentu využití opce. Je vždy nezáporná a odrazem možných zisků bez zahrnutí opční prémie.

2.3 CENA OPCE

Cena opce neboli opční prémie (*Option Price; Option Premium*) představuje v případě reálných opcí **hodnotu flexibility projektu**, tedy možnost aktivních zásahů v budoucnu, jejíž výši lze určit dle vzorce

$$\text{Hodnota flexibility} \left(\text{cena opce} \right) = NPV \text{ s opcí} - NPV \text{ bez opce} . \quad (2.9)$$

„Flexibilitou se rozumí, že oproti pasivním finančním strategiím se uvažuje s možností aktivních manažerských rozhodnutí a zásahů v budoucnu. Těmito aktivními zásahy jsou opce, které mají reálnou hodnotu a lze je pomocí opční metodologie ocenit.“, viz Dluhošová (2010, s. 202)

Obecně platí, že projekt s opcí má vždy vyšší střední hodnotu NPV než projekt bez opce, u kterého je opční prémie rovna nule. Vlivem aktivních zásahů v budoucnu je však možno NPV projektu zvýšit. Pro cenu opce platí podmínka nezápornosti, která vymezuje její spodní hranici. Horní hranice ceny se následně určuje dle typu opce. V případě kupní opce je to hodnota podkladového aktiva, u prodejní opce je to současná hodnota realizační ceny. Je-li hodnota daného typu reálné opce rovna nule, znamená to, že daná opce nebude uplatněna. V tomto

případě je hodnota flexibility projektu nulová a NPV takového projektu s opcí bude odpovídat NPV projektu bez opce.

2.4 OCEŇOVÁNÍ PROJEKTŮ

Oceňování projektů na bázi reálných opcí se uskutečňuje za podmínky rizika, kdy existuje možnost, že se v budoucnosti budou skutečné hodnoty odchylovat od plánovaných, avšak lze předpokládat, že management firmy může na tuto situaci vhodně reagovat, a to změnou portfolia vstupů či výstupů, snížením či zvýšením využití dosavadních výrobních kapacit nebo dokonce bude mít možnost opustit projekt tak, že ukončí jeho provoz.

Jedná se o aktivní řízení projektů, tzv. flexibilitu, kterou se rozumí možnost realizovat určitá rozhodnutí a zasahovat do již zahájených projektů s cílem zvyšovat jejich ziskovost nebo naopak minimalizovat možné ztráty. Tato budoucí rozhodnutí mají vliv na peněžní toky generované projektem, a tedy i na jeho celkovou hodnotu vyjádřenou pomocí čisté současné hodnoty (NPV), která patří mezi tradiční kritéria hodnotící efektivnost projektů.

Při výpočtu NPV pracujeme s veškerými peněžními toky, které podnik generuje v průběhu trvání projektu. Jedná se o tzv. pasivní přístup hodnocení, neboť při jeho použití se nepočítá s možností provádění aktivních zásahů u již zahájených projektů.

Rozhodnutí o přijetí či zamítnutí projektu je uskutečněno v předinvestiční fázi projektu, tedy před samotným uvedením dané investice do provozu, kdy manažer projektu vychází pouze z informací, které má v daný okamžik k dispozici. Tato predikce peněžních toků generovaná projektem, náklad kapitálu apod. jsou odhadovány z reálné situace podniku, historického vývoje nebo očekávaného vývoje trhu a odvětví.

„Při hodnocení efektivnosti projektů a rozhodování o jejich přijetí či zamítnutí je nutné počítat nejen s více možnými scénáři vývoje (rizikem), ale taktéž s možnostmi zásahů do již zahájených projektů. Tyto možnosti zásahů nebo jiných typů dodatečných rozhodnutí se ve finanční teorii označují jako tzv. flexibilita projektu. Flexibilita projektu jako možnost volby a rozhodnutí (opce) by měla být vždy zohledněna při hodnocení projektu a jako aktivní složka by měla vždy zvyšovat jeho celkovou hodnotu.“, viz Čulík (2013, s. 82, 83)

Reálné opční metody nelze vnímat jako konkurenci žádné skupiny metod, ale jako jejich vhodný doplněk, který pracuje s rizikem a s ohodnocením flexibility v podniku, jejíž význam v souvislosti s globalizací a turbulencí prostředí stále roste.

Opční přístup umožňuje lépe ohodnocovat investiční projekty či stanovit hodnotu firmy, jejíž základním cílem by měla být maximalizace tržní hodnoty. Zahrnuje do rozhodování i hodnotu práva, které v případě investice souvisí s možnostmi provádět změny v průběhu

životnosti investice a pružně reagovat na nové budoucí příležitosti. Tato možnost flexibility je využita za situace, kdy v době rozhodování existuje nejistota o stabilitě všech podmínek provozu investice, tedy v průběhu životnosti investice se změní podmínky provozu nebo podmínky na trhu vstupů a výstupů. Podle výhodnosti lze pak zaměnit vstupy i výstupy, a tím snížit provozní náklady nebo naopak zvýšit výnosy, viz Scholteová (2007).

Tato budoucí rozhodnutí jsou pak modelována jako kupní, nebo prodejní opce (či jejich kombinace) a mohou být firmou za určitých, předem stanovených podmínek uplatněny.

Na rozdíl od klasických technik vyšší nejistota a proměnnost budoucích hotovostních toků nevedou k nižší hodnotě projektu, ale naopak hodnotu projektu zvyšují. Opce nemůže mít zápornou hodnotu, protože nikdo nevyužije možnost, která přináší ztrátu. Další výhodou je skutečnost, že čím delší je časový horizont, tím je hodnota opce vyšší, jelikož je dostatek času pro to, aby se opce ocitla v penězích, a tím přinesla investorovi určitý výnos. Jinými slovy je dost času pro změnu vnějších podmínek, která může být pro daný projekt příznivá, viz Starý (2003).

2.5 PŘEDPOKLADY OCEŇOVÁNÍ OPCÍ

Bez ohledu na použitý typ modelu se při oceňování opcí nebo jiných finančních derivátů vychází z těchto základních principů:

- *Princip nemožnosti arbitráže.* Existuje pouze jedna rovnovážná cena, která neumožňuje arbitráž. Nelze tedy dosáhnout vyššího než bezrizikového výnosu při nulovém riziku.
- *Rizikově neutrální princip.* U tohoto principu se předpokládá, že všichni investoři zaujímají rizikově neutrální postoj k riziku. Očekávané výnosy aktiv nejsou ovlivněny rizikem a jsou rovny bezrizikové sazbě. Hodnotu jakéhokoli aktiva lze pak určit jako současnou hodnotu očekávaných peněžních toků diskontovaných bezrizikovou sazbou R_F .
- *Rovnovážný princip.* Podle tohoto principu se předpokládají dokonalé kapitálové trhy, kde ceny aktiv odráží veškeré informace. Cena libovolného aktiva je v čase t určena pouze nabídkou a poptávkou po daném aktivu. Nákup a prodej není ovlivněn transakčními náklady, není nijak omezen a rovněž aktiva jsou nekonečně dělitelná.

2.6 ZÁKLADNÍ TYPY REÁLNÝCH OPCÍ

Opce lze klasifikovat z mnoha hledisek. V této části práce jsou blíže popsány opce vztahující se k velikosti, a to opce na rozšíření a zúžení výrobní kapacity a dočasné přerušování výroby, následně opce vztahující se k životnosti, mezi které patří opce na předčasné ukončení

výroby. Pro každý typ opce je nejprve proveden její popis a dále jsou definovány základní parametry. Tyto základní typy opcí jsou následně v aplikační části kombinovány.

2.6.1 OPCE NA ROZŠÍŘENÍ VÝROBNÍ KAPACITY

Opce na rozšíření výrobní kapacity (*Option to expand*) je využita v případě optimistických scénářů, kdy se tržní podmínky pro daný projekt vyvíjejí příznivěji, než se původně očekávalo. Umožňuje managementu firmy provést změnu rozsahu projektu s cílem maximalizovat budoucí peněžní toky, tedy zvýšit původní výrobní kapacitu již zahájeného projektu.

Předpokládá se, že s rozšířením projektu jsou spojeny dodatečné investiční výdaje I_E , jejichž hodnota je předem známá. Jedná se o kupní opci na budoucí cash flow, kde realizační cenou jsou investiční výdaje na rozšíření. Tato opce bude uplatněna za podmínky, že současná hodnota peněžních toků, které jsou generovány z rozšířených výrobních kapacit k okamžiku rozhodování, je vyšší než investiční výdaje na rozšíření.

Pokud se předpokládá, že lze kapacitu projektu rozšířit pouze v určitém roce, jedná se o evropskou opci. V případě americké opce lze toto rozhodnutí provést kdykoli v průběhu životnosti projektu.

V případě uplatnění této opce budou původní peněžní toky projektu FCF_t navýšeny o dodatečné peněžní toky z rozšířené části výrobní kapacity a vypočteny dle vzorce

$$FCF_t^E = \max[(1+x) \cdot FCF_t - I_E; FCF_t], \quad (2.10)$$

kde x je % rozšíření výrobní kapacity. Součet jejich současných hodnot V_t^E k okamžiku uplatnění opce představuje přínos tohoto rozhodnutí, který je porovnán s náklady na jeho realizaci, tedy investičními výdaji. Obecně platí, že je-li přínos rozhodnutí vyšší než jeho náklady, opce bude uplatněna. Tato opce bude tedy realizována, pokud současná hodnota peněžních příjmů z rozšířené části projektu bude vyšší než investiční výdaje na jeho rozšíření.

Funkci vnitřní hodnoty této opce lze zapsat následovně:

$$VH_t^E = \max(V_t^E - I_E; 0). \quad (2.11)$$

Pro hodnotu projektu pro daný rok s opcí na rozšíření platí, že

$$V_t^E = V_t + VH_t^E. \quad (2.12)$$

Mezi základní parametry patří:

- současná cena podkladového aktiva – současná hodnota očekávaných CF rozšířené části projektu k okamžiku uplatnění opce, výpočet lze zapsat dle vzorce

$$V_t^E = \sum_{t=1}^T PV(FCF_t^E), \quad (2.13)$$

kde T je celková doba životnosti projektu, po kterou lze opci uplatit, a t jsou jednotlivé roky provozní fáze projektu,

- realizační cena – dodatečné investiční výdaje na rozšíření projektu,
- doba životnosti opce – doba, po kterou může být rozšíření uplatněno (doba životnosti projektu),
- bezriziková úroková míra,
- volatilita – volatilita hodnoty budoucích CF ,
- cena opce = NPV projektu s opcí – NPV projektu bez opce.

Rozhodovací funkci lze zapsat následujícím způsobem:

- rozšířit, pokud $V_t^E \geq I_E$,
- pokračovat při původní kapacitě, pokud $V_t^E < I_E$.

2.6.2 OPCE NA ZÚŽENÍ VÝROBNÍ KAPACITY

Opce na zúžení výrobní kapacity (*Option to contract*) je naopak využita u pesimistických scénářů. Jelikož je část původní výrobní kapacity rozprodána, dochází ke ztrátě budoucích peněžních toků projektu. Přínosem tohoto rozhodnutí jsou pak desinvestiční příjmy I_C ve výši uspořených investičních výdajů. Formálně se jedná o prodejní opci na úsporu nákladů za cenu budoucích obětovaných cash flow.

Tato opce může být definována buď jako opce evropského typu (pokud lze kapacitu projektu snížit pouze v určitém roce), nebo amerického typu v případě realizace kdykoli v průběhu životnosti projektu.

Odprodáním části kapacity dochází k poklesu původních peněžních příjmů FCF_t , výpočet peněžních toků při uplatnění opce na zúžení lze určit dle následujícího vzorce

$$FCF_t^C = \max[(1 - y) \cdot FCF_t + I_C; FCF_t], \quad (2.14)$$

kde y zachycuje % zúžení projektu.

Toto právo je využito pouze v případě, že desinvestiční příjmy jsou vyšší než současná hodnota peněžních příjmů ze zrušených výrobních kapacit diskontovaných k okamžiku rozhodnutí.

Funkci vnitřní hodnoty této opce lze zapsat následovně:

$$VH_t^C = \max(I_C - V_t^C; 0). \quad (2.15)$$

Pro hodnotu projektu pro daný rok s opcí na zúžení platí, že

$$V_t^C = V_t + VH_t^C. \quad (2.16)$$

Mezi základní parametry patří:

- současná cena podkladového aktiva – současná hodnota očekávaných CF likvidované části projektu diskontovaných k okamžiku uplatnění opce, výpočet lze zapsat následovně:

$$V_t^C = \sum_{t=1}^T PV(FCF_t^C), \quad (2.17)$$

- realizační cena – desinvestiční příjmy,
- doba životnosti opce – doba, po kterou může být zúžení uplatněno (doba životnosti projektu),
- bezriziková úroková míra,
- volatilita – volatilita hodnoty budoucích CF ,
- cena opce = NPV projektu s opcí – NPV projektu bez opce.

Rozhodovací funkci lze zapsat následovně:

- zúžit, pokud $I_C \geq V_t^C$,
- pokračovat při původní kapacitě, pokud $I_C < V_t^C$.

2.6.3 OPCE NA DOČASNÉ PŘERUŠENÍ VÝROBY

Opce na dočasné přerušení výroby (*Option to interrupt*) je právo, které umožňuje dočasně přerušit činnost v případě nepříznivého vývoje cen či poměru cen produkce a vstupů (výše ceny P_t se nachází pod úrovní variabilních nákladů vn_t produkce v daném období). V tomto případě je vhodné přerušit výrobu a v dalším období, kdy ceny vzrostou nad minimální požadovanou úroveň, výrobu opět zahájit.

Jedná se o kupní opci s právem na získání budoucích cash flow za cenu uhrazení nákladů výroby po dobu přerušení. Opce na pokračování ve výrobě bude uplatněna pouze v případě kladné marže, v opačné situaci je minimalizována ztráta dočasným přerušením činnosti. Tento typ opce je uplatněn zejména v odvětvích, která jsou citlivá na hospodářský cyklus či spojená se sezonností.

Funkci vnitřní hodnoty opce (hodnota marže s možností přerušení výroby M_t^{SD}) lze zapsat takto:

$$VH_t^{SD} = M_t^{SD} = \max(P_t - vn_t; 0). \quad (2.18)$$

Celkový peněžní tok generovaný projektem FCF_t bez opce je obecně definován následovně:

$$FCF_t = [Q_t \cdot M_t^{SD} - \text{ost.FN}_t - ODP_t] \cdot (1 - SD) + ODP_t - \Delta\check{C}PK_t - INV_0, \quad (2.19)$$

kde Q_t je objem produkce v daném roce t , M_t^{SD} je jednotková marže určená jako $M_t^{SD} = P_t - vn_t$ v roce t , ost.FN_t jsou placené fixní náklady výroby v jednotlivých letech bez odpisů, ODP_t zachycuje výši odpisů v jednotlivých letech, SD je sazba daně z příjmů, $\Delta\check{C}PK_t$ je změna čistého pracovního kapitálu v roce t , který je určen jako rozdíl oběžných aktiv a krátkodobých závazků firmy a INV_0 jsou prvotní investiční výdaje vynaloženy před uvedením investice do provozu.

Celkový peněžní tok generovaný projektem FCF_t^{SD} s opcí lze určit dle vzorce

$$FCF_t^{SD} = [Q_t \cdot \max(M_t^{SD}; 0) - \text{ost.FN}_t - ODP_t] \cdot (1 - SD) + ODP_t - \Delta\check{C}PK_t - INV_0. \quad (2.20)$$

Mezi základní parametry patří:

- současná cena podkladového aktiva – jednotková cena výroby v daném roce,
- realizační cena – jednotkové variabilní náklady výroby,
- doba životnosti opce – doba životnosti projektu,
- bezriziková úroková míra,
- volatilita – volatilita hodnoty budoucích CF,
- cena opce = NPV projektu s opcí – NPV projektu bez opce.

Rozhodovací funkci lze zapsat následovně:

- pokračovat ve výrobě, pokud $M_t^{SD} \geq 0$,
- dočasně přerušit výrobu, pokud $M_t^{SD} < 0$.

2.6.4 OPCE NA UKONČENÍ VÝROBY

Opce na ukončení výroby (*Option to abandon*) dává právo na předčasné ukončení projektu a rozprodání s ním souvisejících aktiv za danou prodejní cenu s cílem minimalizovat ztrátu. Toto rozhodnutí lze realizovat kdykoli před koncem předpokládané doby životnosti.

Tento typ opce spadá do kategorie prodejní opce na hodnotu projektu s realizační cenou ve výši prodejní ceny aktiv, jejíž současnou cenou jsou obětovaná budoucí cash flow, která by mohl projekt generovat v příštích letech. Management firmy tedy uplatní opci a projekt předčasně ukončí pouze v situaci, kdy očekává, že jeho prodejní cena A_t bude vyšší než celková hodnota diskontovaných peněžních toků generovaných za předpokladu, že by byl projekt nadále provozován. Opce se nejčastěji využívá u nových projektů, obsazování nových trhů či v kapitálově náročných odvětvích. Obecně v případě, že je daný projekt jako celek neúspěšný a podmínky jsou dlouhodobě nepříznivé.

Funkci vnitřní hodnoty této opce lze zapsat následovně:

$$VH_t^A = \max(A_t - V_t^A; 0). \quad (2.21)$$

Hodnota projektu pro daný rok s opcí na ukončení je určena takto:

$$V_t^A = \max(V_t^A; A_t). \quad (2.22)$$

Mezi základní parametry patří:

- současná cena podkladového aktiva – součet očekávaných peněžních toků generovaných projektem při pokračování ve výrobě diskontovaných k okamžiku uplatnění opce, výpočet lze zapsat dle vzorce

$$V_t^A = \sum_{i=1}^T PV(FCF_i), \quad (2.23)$$

- realizační cena – prodejní (zůstatková) cena aktiv,
- doba životnosti opce – doba, po kterou může být opuštění uplatněno (doba životnosti projektu),
- bezriziková úroková míra,
- volatilita – volatilita hodnoty budoucích CF,
- cena opce = NPV projektu s opcí – NPV projektu bez opce.

Rozhodovací funkci lze vyjádřit následujícím způsobem:

- pokračovat, pokud $V_t^A \geq A_t$,

- předčasně ukončit, pokud $V_t^A < A_t$.

2.6.5 OCENĚNÍ PROJEKTU S PORTFOLIEM REÁLNÝCH OPCÍ

Management firmy má také možnost volby z více variant rozhodnutí, existuje tedy více reálných opcí současně. Lze zvažovat, zda je vhodné v daný okamžik výrobní kapacitu projektu rozšířit nebo naopak zúžit, případně celý projekt předčasně ukončit a nezvyšovat nadále ztrátu. Jaký typ opce bude v daný okamžik uplatněn závisí na podmínkách a stavech v daném rozhodovacím okamžiku.

Ocenění portfolia reálných opcí probíhá analogicky jako v případě ocenění individuálních reálných opcí, pouze s tím rozdílem, že je funkce vnitřní hodnoty a rozhodovací funkce vždy upravená pro příslušné portfolio uvažovaných reálných opcí.

2.7 ANALÝZA CITLIVOSTI

Provedení analýzy citlivosti je nedílnou součástí finančního řízení podniku. Jedná se o způsob stanovení rizika projektu, pomocí kterého lze zkoumat citlivost hodnoty zvoleného kritéria, v případě aplikace reálných opcí to je cena opce a hodnota projektu (NPV), na změnu některého z rizikových faktorů, které mají podstatný vliv na jejich hodnotu.

Pokud se předpokládá změna pouze jednoho faktoru, přičemž ostatní zůstávají konstantní, jedná se o tzv. jednofaktorovou citlivostní analýzu. Pokud se však počítá se změnami více faktorů současně, hovoříme o tzv. vícefaktorové citlivostní analýze. Tato analýza rizika je využívána pouze v případě kvantifikovatelných rizik.

Postup provedení citlivostní analýzy lze rozdělit do několika kroků. Nejprve je zapotřebí určit tzv. základní scénář, kdy jsou nastaveny hodnoty všech rizikových faktorů tak, jak se v budoucnu budou nejpravděpodobněji vyvíjet. Na základě takto nastavených hodnot je provedeno ocenění projektu dle zvoleného kritéria. Následně je stanoveno rozpětí změn hodnot vybraných rizikových faktorů vzhledem k základnímu scénáři a pro každou možnou takovou hodnotu je opět provedeno ocenění projektu. Změny hodnoty rizikového faktoru jsou určeny relativně ve stejném rozsahu a je zohledněn jak růst, tak i pokles. Na závěr této analýzy je provedeno vyhodnocení zjištěných poznatků. Doplnkem je pak grafické znázornění výsledků.

3 POPIS METODY REÁLNÝCH OPCÍ NA INVESTICE

V této kapitole je uveden postup stanovení volných finančních toků a hodnoty projektu. Je zde popsáno ocenění pomocí binomického modelu pro jedno a více období včetně replikační strategie. Dále je charakterizován geometrický Brownův proces a jsou odvozeny indexy růstu a poklesu včetně přechodových pravděpodobností. Zdrojem informací jsou knižní publikace Dluhošová (2010), Zmeškal a kol. (2013), Čulík (2013) a Scholleová (2007).

3.1 STANOVENÍ VOLNÝCH FINANČNÍCH TOKŮ PROJEKTU

Volné finanční toky (*FCF – Free Cash Flow*) projektu představují rozdíl mezi příjmy a výdaji, které jsou generovány majetkem podniku a vztahují se k určitému druhu kapitálu, ten může být vlastní či cizí. Jsou tvořeny provozními příjmy a kapitálovými výdaji dané investice.

3.1.1 PROVOZNÍ PŘÍJMY Z INVESTICE

Provozní příjmy z investice zahrnují veškeré příjmy, které jsou získávány investičním projektem během doby jeho životnosti.

Budoucí provozní příjmy nezadluženého projektu lze zapsat následovně:

$$FCF_t = EAT_t + ODP_t - \Delta\check{C}PK_t, \quad (3.1)$$

kde EAT_t je čistý zisk v čase t , ODP_t jsou roční odpisy v čase t , $\Delta\check{C}PK_t$ je změna stavu čistého pracovního kapitálu v jednotlivých letech.

Čistý zisk vyjadřuje hospodárnost celkové činnosti podniku. Porovnáním s vloženým kapitálem určuje efektivnost podnikání. Výpočet lze zapsat dle vzorce

$$EAT_t = EBIT_t \cdot (1 - SD), \quad (3.2)$$

kde $EBIT_t$ je zisk před daněmi a úroky v jednotlivých letech a SD je sazba daně z příjmů. Tuto rovnici lze upravit takto:

$$EAT_t = (TR_t - N_t) \cdot (1 - SD), \quad (3.3)$$

kde TR_t jsou celkové tržby (výnosy) a N_t jsou celkové provozní náklady v jednotlivých letech. Výnosy v jednotlivých letech lze vyjádřit jako součin ceny produkce (P_t) a ročního objemu prodané produkce (Q_t), tedy

$$TR_t = P_t \cdot Q_t. \quad (3.4)$$

Relativní změnu objemu produkce lze určit dle následujícího vzorce

$$\% \Delta Q = \frac{Q_t - Q_{t-1}}{Q_{t-1}}, \quad (3.5)$$

kde Q_t vyjadřuje rozsah produkce v roce t a Q_{t-1} množství výkonů v předchozím roce.

Celkové provozní náklady lze rozdělit na variabilní (VN) a fixní (FN).

Fixní náklady (konstantní) jsou náklady nezávislé na objemu výroby v rámci určité výrobní kapacity, kterou jsou schopny zajistit. Projevují se jako dlouhodobě vytvořená kapacita, která se aktivně účastní výrobního procesu. Po jejím překročení se mění skokově. I když se celkové fixní náklady nemění s rostoucím objemem výkonů, průměrné (jednotkové) fixní náklady s rostoucím objemem výkonů klesají. Mají tzv. degresivní průběh. Příkladem těchto nákladů mohou být odpisy dlouhodobého hmotného a nehmotného majetku, pojištění budov, nájemné, úroky, mzdy a platy řídících a správních pracovníků či osvětlení.

Je-li výše nákladů závislá na objemu výroby, hovoříme o variabilních nákladech (proměnné). S rostoucím objemem produkce roste i výše těchto nákladů, naopak omezením výrobní kapacity klesá jejich úroveň. Při zastavení či přerušení výroby tyto náklady nevznikají, jsou tedy náklady opakovaně vkládanými. Příkladem variabilních nákladů je spotřeba základního materiálu, spotřeba pomocných materiálů pro výrobní účely, spotřeba obalů, spotřeba technologické energie, dopravné, mzdy výrobních dělníků apod. Při řešení rozhodovacích úloh, plánování nákladů či při tvorbě kalkulací se předpokládá proporcionální typ vývoje variabilních nákladů, jelikož většina těchto nákladů vykazuje lineární vztah k objemu výkonů. Proporcionální variabilní náklady se mění přímo úměrně se změnou objemu výroby. Tempo růstu nákladů i objemu výroby jsou stejné. Vývoj celkových proporcionálních variabilních nákladů lze vyjádřit takto:

$$VN_t = vn_t \cdot Q_t, \quad (3.6)$$

kde vn_t jsou proporcionální variabilní náklady na jednotku výkonu v čase t . Tyto jednotkové variabilní náklady určíme jako podíl celkových variabilních nákladů a objemu produkce.

Rovnici čistého zisku lze zapsat následovně:

$$EAT_t = (TR_t - VN_t - ODP_t - ost.FN_t) \cdot (1 - SD), \quad (3.7)$$

kde $ost.FN_t$ jsou ostatní placené fixní náklady bez ročních odpisů investice. Tuto rovnici lze upravit do této podoby:

$$EAT_t = [Q_t \cdot (P_{t,i} - vn_{t,i}) - ODP_t - ost.FN_t] \cdot (1 - SD), \quad (3.8)$$

kde $P_{t,i}$ je jednotková cena produkce v čase t pro i -tý scénář a $vn_{t,i}$ je výše průměrných variabilních nákladů v čase t pro i -tý scénář.

Příčemž hrubý zisk (EBT) určíme takto:

$$EBT_t = Q_t \cdot (P_{t,i} - vn_{t,i}) - ODP_t - ost.FN_t. \quad (3.9)$$

$$\text{Je-li} \quad EBT_t > 0 \Rightarrow EAT_t = EBT_t \cdot (1 - SD), \quad (3.10)$$

$$EBT_t \leq 0 \Rightarrow EAT_t = EBT_t. \quad (3.11)$$

Z výše uvedených vztahů vyplývá, že pokud je v daném roce dosaženo kladné hodnoty hrubého zisku, je nutno tento zisk snížit o vypočtenou daň z příjmů právnické osoby. V případě záporné hodnoty, vzniká daňová ztráta a čistý zisk je roven výši hrubého zisku.

Odpisy jsou peněžním vyjádřením postupného opotřebení dlouhodobého hmotného a nehmotného majetku za určité období. Zabezpečují přenos části pořizovací ceny tohoto majetku v jednotlivých letech životnosti do nákladů, čímž dochází k postupnému trvalému snižování jeho výše v aktivech bilance. Jedná se o provozní náklad, který není výdajem.

Částky odpisů získává podnik inkasem tržeb, v cenách prodané produkce, a jsou tedy součástí jeho peněžních příjmů. Odpisy lze považovat za přirozený a stabilní interní finanční zdroj, účel jejich použití není předem stanoven. Odpisy rozlišujeme účetní a daňové.

Účetní odpisy vyjadřují skutečnou míru opotřebení investičního majetku, nejsou daňově uznatelnou položkou. Do provozních nákladů se dle zákona č. 563/1991 Sb., o účetnictví zahrnují měsíčně a zaokrouhlují se na celé koruny nahoru. O jejich výši a způsobu uplatňování rozhoduje sám podnik, který má povinnost sestavit odpisový plán, na jehož základě bude daný majetek odpisován v průběhu jeho používání.

Lineární (rovnoměrné) účetní odpisy lze vyjádřit pomocí vzorce

$$RO = \frac{VC}{n}, \quad (3.12)$$

kde RO je výše účetních odpisů v jednotlivých letech, VC je vstupní cena a n je doba odpisování.

Daňové odpisy jsou vymezeny zákonem č. 586/1992 Sb., o daních z příjmů jako součást výdajů vynaložených na dosažení, udržení a zajištění zdanitelných příjmů pro stanovení daňového základu. Informují o daňové uznatelné výši účetních odpisů. Jejich hodnota se zjišťuje za roční zdaňovací období a je zaokrouhlována na celé koruny nahoru. Uplatňování daňových odpisů není povinností daňových subjektů, dochází však k daňovým úsporám a vzniká daňový efekt.

Daňové odpisy hmotného majetku jsou vymezeny zákonem č. 586/1992 Sb., o daních z příjmů a postupuje se podle §26 – 33 zákona. Dle §30 tohoto zákona poplatník v prvním roce odpisování zařadí hmotný majetek do příslušné odpisové skupiny. V Tabulce 3.1 je uvedeno 6 odpisových skupin, ke kterým je přiřazena minimální doba odpisování.

Tab. 3.1: Odpisové skupiny

Odpisová skupina	Doba odpisování
1	3 roky
2	5 let
3	10 let
4	20 let
5	30 let
6	50 let

Zdroj: Zákon č.586/1992 Sb., o daních z příjmů, §30

Po zařazení do příslušné odpisové skupiny a zjištění minimální doby odpisování poplatník provede volbu způsobu odpisování. Způsob si poplatník zvolí pro každý nově pořízený majetek na počátku odpisování a je povinen ho po celou dobu odpisování dodržovat.

Hmotný majetek se odepisuje nejvýše do jeho vstupní ceny, případně zvýšené vstupní ceny. Lze volit mezi rovnoměrným či zrychleným způsobem odpisování.

Při rovnoměrném (lineárním) odpisování se každý rok po celou dobu životnosti majetku odpisuje stejná částka ze vstupní ceny, o kterou se snižuje hodnota daného majetku, a rovnoměrně se přenáší do nákladů.

Roční výši odpisů při uplatnění rovnoměrného odpisování vypočteme podle vzorce

$$RO = \frac{VC \cdot ROS}{100}, \quad (3.13)$$

kde RO je roční daňový odpis, VC je vstupní cena dlouhodobého hmotného majetku a ROS je roční odpisová sazba v jednotlivých letech odpisování.

V Tabulce 3.2 jsou uvedeny maximální roční odpisové sazby, které jsou přiřazeny k odpisovým skupinám při rovnoměrném odpisování hmotného majetku.

Tab. 3.2: Roční odpisové sazby

Odpisová skupina	V prvním roce odpisování	V dalších letech odpisování	Pro zvýšenou vstupní cenu
1	20	40	33,3
2	11	22,25	20
3	5,5	10,5	10
4	2,15	5,15	5
5	1,4	3,4	3,4
6	1,02	2,02	2

Zdroj: Zákon č.586/1992 Sb., o daních z příjmů, §31

Při zrychleném (degresivním) odpisování se částky odpisů v jednotlivých letech snižují. Na začátku životnosti investice je jejich hodnota nejvyšší a postupně klesá. Odpisovou základnou v prvním roce je vstupní cena, v dalších letech zůstatková cena.

Roční výši odpisů v prvním roce vypočteme podle vzorce

$$RO = \frac{VC}{k_1}, \quad (3.14)$$

kde RO vyjadřuje roční daňový odpis v prvním roce odpisování, VC je vstupní cena dlouhodobého hmotného majetku a k_1 je koeficient pro zrychlené odpisování v prvním roce.

V dalších letech odpisování majetku určíme hodnotu odpisů podle vzorce

$$RO = \frac{2 \cdot ZC}{k_2 - n}, \quad (3.15)$$

kde RO vyjadřuje roční daňový odpis v dalších letech odpisování, ZC je zůstatková cena dlouhodobého hmotného majetku, k_2 je koeficient pro zrychlené odpisování v dalších letech a n je počet let, po který byl již majetek odpisován.

V Tabulce 3.3 jsou znázorněny koeficienty pro zrychlené odpisování, které jsou přiřazeny k jednotlivým odpisovým skupinám.

Tab. 3.3: Koeficienty pro zrychlené odpisování

Odpisová skupina	V prvním roce odpisování	V dalších letech odpisování	Pro zvýšenou vstupní cenu
1	3	4	3
2	5	6	5
3	10	11	10
4	20	21	20
5	30	31	30
6	50	51	50

Zdroj: Zákon č.586/1992 Sb., o daních z příjmů, §32

Mezi účetními a daňovými odpisy může v jednotlivých letech vzniknout nesoulad. O tento rozdíl je nutné upravit základ daně. Pokud jsou účetní odpisy vyšší než daňové, daňově uznatelná bude pouze část účetních odpisů, a to ve výši daňových odpisů, jejich rozdíl se pak přičítá k základu daně (připočitatelná položka). V případě, kdy účetní odpisy budou nižší než daňové, účetní odpisy jsou daňově uznatelné v plné výši, je potřeba rozdíl odečíst od základu daně (odpočitatelná položka).

Odpisuje se vždy z odpisové základny, kterou může být vstupní cena či zůstatková cena majetku. Zůstatkovou cenu můžeme vyjádřit pomocí následujícího vztahu:

$$ZC = VC - oprávky, \quad (3.16)$$

kde ZC je zůstatková cena majetku a VC je vstupní cena majetku.

Pomocí opravek lze určit trvalé snížení hodnoty majetku, zjišťují se jako součet všech odpisů za celou dobu odpisování. V rozvaze jsou zachyceny na straně aktiv se záporným znaménkem.

3.1.2 KAPITÁLOVÉ VÝDAJE

Kapitálové výdaje zahrnují výdaje na pořízení dlouhodobého hmotného a nehmotného majetku (INV) a výdaje na přírůstek čistého pracovního kapitálu. Součástí těchto výdajů jsou rovněž výdaje na zpracování technicko-ekonomických studií, technické a projektové dokumentace, celní poplatky či náklady na montáž.

3.1.3 FINANČNÍ TOKY NEZADLUŽENÝCH PROJEKTŮ

O nezadluženém projektu se hovoří, pokud je zcela financován z vlastních zdrojů. V takovém případě platí, že volné finanční toky pro firmu jako celek ($FCFF$) jsou totožné s toky pro vlastníky ($FCFE$). Náklady celkového kapitálu nezadluženého projektu (R_U) jsou rovny nákladům na vlastní kapitál (R_{EU}) a také nákladům na celkový kapitál ($WACC_U$).

Volné finanční toky pro vlastníky $FCFE_{U_t}$ v případě nezadlužených projektů lze zapsat následovně:

$$FCFE_{U_t} = FCFF_{U_t} = EAT_t + ODP_t - \Delta\check{C}PK_t - INV_0, \quad (3.17)$$

kde $FCFF_{U_t}$ jsou volné finanční toky pro firmu v jednotlivých letech provozu nezadlužené investice a INV_0 je investiční výdaj, který je vynaložen před uvedením dané investice do provozu.

3.1.4 FINANČNÍ TOKY ZADLUŽENÝCH PROJEKTŮ

Pokud je k financování projektu použit cizí kapitál, jedná se o zadlužený projekt. V tomto případě vzniká povinnost hradit splátky úvěrů včetně úroků, které jsou však daňově uznatelným nákladem a působí zde úrokový daňový štít umožňující snížit základ daně pro výpočet výsledné daňové povinnosti. Finanční toky pro věřitele ($FCFD$) určíme dle vzorce

$$FCFD_t = úroky_t \cdot (1 - SD), \quad (3.18)$$

kde SD je sazba daně z příjmů.

Finanční toky zadlužených projektů lze stanovit pomocí tohoto vzorce

$$FCFF_t = EAT_t + ODP_t - \Delta\check{C}PK_t - INV_0 + úroky_t \cdot (1 - SD). \quad (3.19)$$

3.2 STANOVENÍ HODNOTY PROJEKTU

Hodnota projektu se nejčastěji určuje na bázi principu **čisté současné hodnoty**. Čistá současná hodnota (NPV – *Net Present Value*) je založena na porovnání investičních výdajů, které je nezbytné vynaložit na uskutečnění daných projektů, a budoucích peněžních toků, které se přepočítávají pomocí diskontování na současnou hodnotu. Toto kritérium představuje absolutní přínos realizované investice, tedy absolutní přírůstek majetku v důsledku realizace daného projektu.

Vztah pro výpočet čisté současné hodnoty lze zapsat takto:

$$NPV = \sum_{t=1}^T FCF_t \cdot (1 + R)^{-t} - KV, \quad (3.20)$$

kde T je doba životnosti projektu, R je náklad kapitálu, FCF_t jsou volné finanční toky v jednotlivých letech provozu investice a KV jsou kapitálové výdaje.

V případě kladné hodnoty NPV je daný projekt realizován, neboť dochází k růstu tržní hodnoty firmy. V opačném případě, kdy lze předpokládat zápornou hodnotu tohoto kritéria, je doporučeno zamítnutí projektu. Je-li hodnota NPV rovna 0, jedná se o tzv. indiferentní rozhodnutí a záleží pouze na rozhodnutí manažera daného projektu, zda bude projekt

realizován, jelikož realizace tohoto projektu nepřinese žádný přírůstek hodnoty majetku. Obecně lze tedy říci, že investiční projekt s kladnou čistou současnou hodnotou zvyšuje hodnotu podniku, neboť očekávaná výnosnost z projektu je vyšší než náklady na kapitál. Naopak projekt se zápornou *NPV* snižuje hodnotu podniku. Tedy čím je hodnota *NPV* vyšší, tím je daný investiční projekt výhodnější, tzn. že více přispívá k růstu hodnoty podniku.

Za výhody tohoto kritéria lze považovat, že se vychází z finančních toků, je respektován faktor času (dynamické kritérium), náklad kapitálu může být měněn v čase a také vlastnost aditivity, což je možnost sčítat *NPV* jednotlivých projektů. Nevýhodou je však možnost umělého nadhodnocování projektu tím, že se stanoví delší doba životnosti projektu, než odpovídá reálným podmínkám, viz Dluhošová (2010).

Kritérium *NPV* je vhodné pro rozhodování o přijetí či nepřijetí jednotlivých projektů. Dále s ohledem na aditivitu se dá využít jako hodnota účelové funkce při optimalizačních propočtech výběru portfolia projektů pomocí modelů matematického programování, viz Zmeškal a kol. (2013).

Jelikož je v této práci projekt financován pouze vlastním kapitálem, hodnota *NPV* nezadluženého projektu se stanoví pomocí následujícího vzorce

$$NPV = \sum_{t=1}^T FCFE_{U_t} \cdot (1 + R_U)^{-t} + FCFE_{U_0}, \quad (3.21)$$

kde $FCFE_{U_0}$ jsou volné finanční toky před uvedením nezadlužené investice do provozu.

3.3 SIMULACE NÁHODNÉHO VÝVOJE HODNOTY PODKLADOVÉHO AKTIVA

Náhodný vývoj hodnoty podkladového aktiva lze vyjádřit pomocí různých typů náhodných procesů. Jedná se o Wienerův proces, aritmetický a geometrický Brownův proces, Mean-reverzní proces, Jump (skokový) difusion proces, Itoův proces a hybridní proces, který je kombinací předchozích procesů, viz Dluhošová (2010).

Jelikož je v praktické části této práce stanoven náhodný model, který je dle geometrického Brownova procesu ohodnocen jako statisticky významný na hladině významnosti 5 %, bude pozornost věnována pouze tomuto procesu.

3.3.1 GEOMETRICKÝ BROWNŮV PROCES

Geometrický Brownův proces je uplatňován zejména při modelování vývoje cen, mzdových sazeb a ostatních finančních proměnných, které nemohou nabývat záporných hodnot. Vychází se z předpokladu, že se cena vyvíjí exponenciálním trendem.

Proces lze zapsat následovně:

$$dS = \alpha \cdot S \cdot dt + \sigma \cdot S \cdot dz, \quad (3.22)$$

kde S je tržní cena podkladového aktiva, α je trendový parametr, který udává zpravidla průměrný roční výnos, σ je směrodatná odchylka (zpravidla roční), dz je náhodná složka z normovaného normálního rozdělení, kterou určíme pomocí vzorce

$$dz = z \cdot \sqrt{dt}, \quad (3.23)$$

kde z je náhodná proměnná z normovaného normálního rozdělení $N(0;1)$ a představuje Wienerův proces, který je označován jako spojitý Brownův proces.

Wienerův proces je základním prvkem ostatních spojitých procesů. Jedná se o Markovův proces, u kterého se předpokládá, že predikované ceny jsou ovlivněny pouze aktuální cenou, a ne cenami historickými, a změny cen jsou v čase nezávislé, viz Zmeškal a kol. (2013). Pro geometrický Brownův proces pak platí, že

$$E(dS) = \alpha \cdot dt, \quad (3.24)$$

$$\text{var}(dS) = \sigma^2 \cdot dt, \quad (3.25)$$

$$E(S_T) = S_0 + S_0 \cdot \alpha \cdot T, \quad (3.26)$$

$$\text{var}(S_T) = S_0^2 \cdot \sigma^2 \cdot T. \quad (3.27)$$

Dále platí, že

$$S_T = S_0 \cdot e^{\alpha \cdot T}. \quad (3.28)$$

Geometrický Brownův proces s logaritmickými cenami

Tento proces je definován následovně:

$$d \ln S = \alpha \cdot dt + \sigma \cdot dz. \quad (3.29)$$

Trendový parametr α je stanoven pomocí metody nejmenších čtverců, která je založena na minimalizaci součtu čtverců odchylek mezi skutečnými spojitými výnosy (R_{SKUT_t}), které určíme takto:

$$R_{SKUT_t} = \ln \frac{S_t}{S_{t-1}}, \quad (3.30)$$

kde S_t je cena potravinářské pšenice v roce t a S_{t-1} v předchozím roce, a spojitými výnosy, které jsou určeny vytvořeným modelem (R_{MOD_t}), které lze určit dle vzorce

$$R_{MOD_t} = \alpha \cdot S_t. \quad (3.31)$$

Metodu nejmenších čtverců lze zapsat takto:

$$\sum_{t=1}^T (R_{SKUT} - R_{MOD})^2 = \sum_{t=1}^T \varepsilon_t^2 \rightarrow MIN, \quad (3.32)$$

kde ε_t vyjadřuje tzv. reziduum (náhodnou složku) v čase t , které udává rozdíl mezi skutečným a modelovaným spojitým výnosem, jehož hodnotu je nutno minimalizovat.

Dalším parametrem modelu je směrodatná odchylka σ , kterou určíme dle vzorce

$$\sigma = \frac{\hat{\sigma}}{dt}, \quad (3.33)$$

kde

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{t=1}^T \varepsilon_t^2}. \quad (3.34)$$

Simulaci predikce náhodného vývoje tržních cen podle geometrického Brownova procesu lze určit dle vzorce

$$S_t = S_{t-1} \cdot e^{(\alpha \cdot dt + \sigma \cdot dz)}. \quad (3.35)$$

Střední hodnotu tržní ceny určíme dle vztahu:

$$E(S_t) = S_{t-1} \cdot e^{(\alpha \cdot T)}, \quad (3.36)$$

kde T určíme jako součin dt a n (počet proměnných).

3.4 DISKRÉTNÍ MODELY

Využití diskrétních modelů pro stanovení ceny opce k počátku je vhodné pro prodejní i kupní opce. Vycházíme z předpokladu, že budoucí náhodný vývoj podkladového aktiva lze popsat pomocí konečného počtu různých hodnot, kterých může toto aktivum nabývat v určitém časovém okamžiku, přitom dt vyjadřuje dobu mezi dvěma diskrétními okamžiky.

Podle počtu hodnot se pak rozlišují modely *binomické* (aktivum nabývá pouze dvou různých hodnot v čase $t + dt$), *trinomické* (aktivum nabývá tří různých hodnot v čase $t + dt$) nebo *multinomické* (v čase $t + dt$ nabývá početně mnoha n různých hodnot). Výsledkem je pak diskrétní strom n -té dimenze.

V následující části této kapitoly je pozornost věnována pouze popisu binomického multiplikativního modelu pro jedno a více období, jelikož se předpokládá, že cena výrobku, která je podkladovým aktivem v případě aplikace reálných opcí, nemůže nabývat záporných hodnot a může v budoucnu růst nebo klesat.

3.4.1 BINOMICKÝ MODEL PRO JEDNO OBDOBÍ

Binomické modely patří mezi nejjednodušší diskrétní modely. Vycházejí z následujících předpokladů:

- neexistuje možnost arbitráže (nelze dosáhnout bezrizikového zisku),
- platí zákon jedné ceny (jestliže mají dvě různá aktiva v budoucnu stejnou cenu, pak za předpokladu nemožnosti arbitráže musí mít dnes stejnou cenu),
- existují dokonalé trhy (zanedbávají se transakční náklady a daně, neexistuje omezení na krátký prodej, podkladové aktivum je nekonečně dělitelné),
- výnos jakéhokoli aktiva je roven bezrizikové sazbě.

Jedná se o stochastický (nespojité) model, u kterého předpokládáme, že celý vývoj během životnosti opce je možno rozdělit do konečného množství dílčích období, během nichž dochází buď k růstu (s indexem růstu u), a to s určitou odhadovanou pravděpodobností p^u , nebo k poklesu (s indexem poklesu d) s doplňkovou pravděpodobností $1 - p^u$.

Předpokládáme tedy, že hodnota podkladového aktiva nabývá v následujícím období $t + dt$ pouze dvou různých hodnot, a to buď S_{t+dt}^u , pokud dojde k růstu, nebo S_{t+dt}^d , pokud dojde k poklesu, přičemž příslušné pravděpodobnosti růstu a poklesu se v čase nemění. Přitom je nezbytné rozlišovat, zda aktivum může nabývat pouze kladných hodnot (multiplikativní neboli geometrický proces), nebo i záporných hodnot (aditivní neboli aritmetický proces). Protože pro ceny platí podmínka nezápornosti, využívá se při odhadu vývoje hodnoty aktiva multiplikativní proces.

Hodnota podkladového aktiva v čase t při růstu v následujícím období $t + dt$ je pak určena následovně:

$$S_{t+dt}^u = u \cdot S_t, \quad (3.37)$$

a při poklesu:

$$S_{t+dt}^d = d \cdot S_t, \quad (3.38)$$

kde u (d) je koeficient růstu (poklesu). Předpokládáme vývoj hodnoty podkladového aktiva dle geometrického Brownova procesu.

Výhodou binomického modelu je především jeho snadné použití jak pro evropské, tak pro americké opce a velmi snadná aplikovatelnost pro opce reálné. Při použití většího množství intervalů, na které je rozdělena doba do vypršení opce, je výpočet hodnoty opce binomickým modelem přesnější. Naopak závislost na správném stanovení indexů růstu a poklesu a

zjednodušený předpoklad, že ve všech obdobích dojde se stejnou pravděpodobností ke stejnému růstu či poklesu lze zařadit mezi nevýhody tohoto modelu, viz Scholleová (2007).

3.4.2 BINOMICKÝ MODEL PRO VÍCE OBDOBÍ

Pro počáteční uzel stromu v čase t je hodnota aktiva rovna S_t , v čase $t + dt$ nabývá dvou různých hodnot, a to při růstu $S_t \cdot u$, nebo při poklesu $S_t \cdot d$. V čase $t + 2dt$ jsou to tři hodnoty, a to $u^2 \cdot S_t, u \cdot d \cdot S_t = S_t$, nebo $d^2 \cdot S_t$ atd.

Obecně tedy platí, že v čase $t + idt$ může aktivum nabývat celkem $i + 1$ různých hodnot, které lze obecně vyjádřit následujícím vzorcem

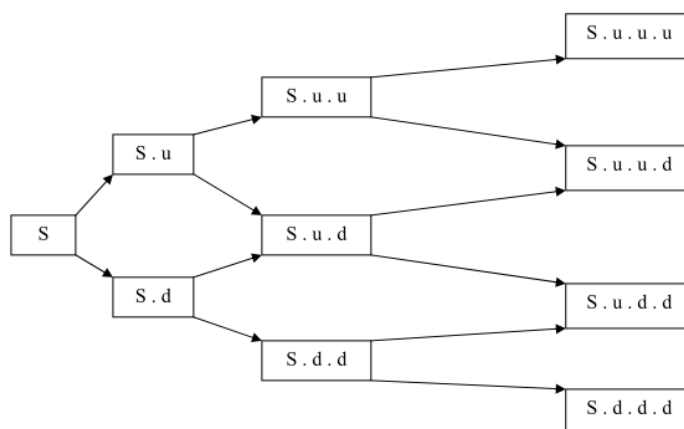
$$S_{t+idt} = u^j \cdot d^{i-j} \cdot S_t, \quad (3.39)$$

pro $j = 0, 1, 2, \dots, i$.

Výše uvedený vztah je jednou z důležitých vlastností binomických modelů, a to tzv. **rekombinace**. Tato vlastnost obecně znamená, že pokud hodnota aktiva nejprve vzroste a pak klesne, a tedy v čase $t + 2dt$ je rovna $S_{t+2dt} = u \cdot d \cdot S_t$, pak stejné hodnoty bude dosaženo i v případě, že nejprve dojde k jejímu poklesu a následně růstu, tj. $S_{t+2dt} = d \cdot u \cdot S_t$.

V následujícím Obrázku 3.1 je zachycen předpokládaný multiplikativní vývoj hodnoty podkladového aktiva pomocí Binomického modelu pro více období, konkrétně pro 3 období.

Obr. 3.1: Předpokládaný multiplikativní vývoj hodnoty podkladového aktiva pro 3 období



Zdroj: Vlastní zpracování

3.5 POSTUP OCEŇOVÁNÍ OPCÍ POMOCÍ DISKRÉTNÍCH MODELŮ

Princip oceňování na bázi diskrétních modelů spočívá v tom, že je nejdříve určena hodnota podkladového aktiva pro jednotlivé diskrétní časové okamžiky (uzly a scénáře) a

následně je pro tyto uzly určena cena opce. Přitom se vždy postupuje od koncových uzlů stromu (okamžiku splatnosti opce) směrem k počátečnímu uzlu (k okamžiku ocenění).

V případě určení ceny opce v době splatnosti se vychází z předpokladu, že cena opce pro koncové uzly je známá a odpovídá její vnitřní hodnotě.

Cena evropské opce je pak vyjádřena jako současná hodnota střední hodnoty ceny opce v následujícím období, kde diskontní sazbou je bezriziková sazba. Obdobným způsobem se postupuje i pro opce amerického typu, pouze s tím rozdílem, že se v každém uzlu ověřuje, zda je výhodnější dřívější uplatnění.

Mezi diskrétní modely patří replikační a hedgingová strategie, avšak pozornost je zaměřena pouze na popis replikační strategie, neboť je použita v praktické části této práce.

3.5.1 REPLIKAČNÍ STRATEGIE

Smyslem replikační strategie je vytvoření replikačního portfolia napodobujícího cenu opce. Toto portfolio je tvořeno z určitého množství podkladového aktiva a bezrizikového aktiva, bezrizikové výpůjčky za bezrizikovou úrokovou sazbu R_F .

V případě použití replikační strategie musí být splněna podmínka, že hodnota replikačního portfolia je rovna ceně opce při jakémkoli vývoji hodnoty podkladového aktiva. Hodnotu replikačního portfolia π_t k časovému okamžiku t lze vyjádřit dle vzorce

$$\pi_t = h \cdot S_t + B_t, \quad (3.40)$$

kde h je množství podkladového aktiva, S_t je hodnota podkladového aktiva v čase t a B_t je částka bezrizikové výpůjčky v čase t .

Rovnost ceny opce a hodnoty replikačního portfolia lze zapsat následovně:

$$c_t = \pi_t = h \cdot S_t + B_t, \quad (3.41)$$

kde c_t udává cenu opce v čase t .

Jelikož se jedná o ocenění opce pomocí binomického modelu, předpokládáme pouze růst či pokles hodnoty podkladového aktiva v následujícím období.

Při růstu hodnoty podkladového aktiva v čase $t + dt$ lze určit hodnotu replikačního portfolia dle vzorce

$$c_{t+dt}^u = \pi_{t+dt}^u = h \cdot S_{t+dt}^u + B_t \cdot (1 + R_F), \quad (3.42)$$

kde u je koeficient růstu hodnoty podkladového aktiva a R_F je bezriziková sazba.

V případě poklesu hodnoty podkladového aktiva lze použít vztah:

$$c_{t+dt}^d = \pi_{t+dt}^d = h \cdot S_{t+dt}^d + B_t \cdot (1 + R_F), \quad (3.43)$$

kde d je koeficient poklesu hodnoty podkladového aktiva.

Zjišťování ceny opce je prováděno vždy od koncového uzlu směrem k počátečnímu, přičemž platí, že cena opce v době splatnosti je rovna její vnitřní hodnotě.

Pro kupní opci, v případě růstu hodnoty podkladového aktiva, platí následující:

$$c_T^u = VH_T^u = \max(S_T^u - X; 0), \quad (3.44)$$

kde T je doba splatnosti opce a X je výše realizační ceny.

Při poklesu hodnoty podkladového aktiva:

$$c_T^d = VH_T^d = \max(S_T^d - X; 0). \quad (3.45)$$

Vnitřní hodnota prodejní opce v době splatnosti při růstu hodnoty podkladového aktiva je určena takto:

$$c_T^u = VH_T^u = \max(X - S_T^u; 0). \quad (3.46)$$

Při poklesu hodnoty podkladového aktiva:

$$c_T^d = VH_T^d = \max(X - S_T^d; 0). \quad (3.47)$$

Cena evropské opce v čase t je rovna současné hodnotě střední hodnoty ceny opce v čase $t + dt$. Toto tvrzení lze popsat dle následujícího vzorce

$$c_t = [c_{t+dt}^u \cdot p^u + c_{t+dt}^d \cdot (1 - p^u)] \cdot (1 + R_F)^{-dt}, \quad (3.48)$$

kde p^u je vyjádřena pravděpodobnost růstu hodnoty podkladového aktiva.

Při výpočtu ceny americké opce se postupuje obdobně, přitom pro každý uzel se testuje, zda má dřívější uplatnění opce smysl. Cena americké opce se tedy porovnává s její vnitřní hodnotou, což lze zapsat následovně:

$$c_t = \max\{[c_{t+dt}^u \cdot p^u + c_{t+dt}^d \cdot (1 - p^u)] \cdot (1 + R_F)^{-dt}; VH_t\}, \quad (3.49)$$

kde VH_t je vnitřní hodnota opce v čase t , kterou určíme dle vzorců (2.1) pro kupní opci a (2.5) pro prodejní opci.

NPV projektu v jednotlivých letech určíme dle vzorce

$$NPV_{i,t} = FCF_{i,t} + (NPV_{i,t+dt}^u \cdot p^u + NPV_{i,t+dt}^d \cdot p^d) \cdot (1 + R_F)^{-dt}, \quad (3.50)$$

kde $NPV_{i,t}$ je hodnota projektu v roce t pro i -tý scénář, $FCF_{i,t}$ jsou volné finanční toky v roce t pro i -tý scénář, $NPV_{i,t+dt}^u$ ($NPV_{i,t+dt}^d$) je hodnota projektu při růstu (poklesu) pro i -tý scénář v následujícím období, p^u (p^d) je pravděpodobnost růstu (poklesu).

3.6 ODVOZENÍ KOEFICIENTŮ RŮSTU, POKLESU A PŘECHODOVÝCH PRAVDĚPODOBNOSTÍ

Koeficienty růstu u a poklesu d udávají volatilitu hodnoty podkladového aktiva. Pro tyto koeficienty obecně platí, že $u \geq 1$ a $0 < d \leq 1$ a také $d < (1 + R_F)^{dt} < u$. Společně s přechodovou pravděpodobností pro růst p^u a pokles p^d jsou stanoveny tak, aby byla zohledněna očekávaná hodnota a rozptyl vývoje aktiva mezi dvěma diskrétními okamžiky t a $t + dt$.

Pro očekávanou hodnotu podkladového aktiva v čase $t + dt$ platí:

$$E(S_{t+dt}) = p^u \cdot u \cdot S_t + (1 - p^u) \cdot d \cdot S_t, \quad (3.51)$$

kde S_t je hodnota podkladového aktiva v čase t .

Pravděpodobnost růstu p^u je dána vztahem:

$$p^u = \frac{(1 + R_F)^{dt} - d}{u - d}, \quad (3.52)$$

pro pokles p^d pak platí:

$$p^d = (1 - p^u). \quad (3.53)$$

Rozptyl vývoje podkladového aktiva mezi dvěma diskrétními okamžiky t a $t + dt$ je roven $\sigma^2 \cdot dt$. A protože lze obecně určit rozptyl náhodné proměnné jako $\sigma^2(S) = E(S^2) - [E(S)]^2$, lze psát

$$\sigma^2 \cdot dt = p^u \cdot u^2 + (1 - p^u) \cdot d^2 - [p^u \cdot u + (1 - p^u) \cdot d]^2. \quad (3.54)$$

Po úpravě pak platí:

$$\sigma^2 \cdot dt = e^{R_F \cdot dt} \cdot (u + d) - u \cdot d - 2 \cdot e^{R_F \cdot dt}. \quad (3.55)$$

Za podmínky, že

$$d = \frac{1}{u}, \quad (3.56)$$

platí pro koeficient růstu u a poklesu d následující vztahy:

$$u = e^{\sigma \cdot \sqrt{dt}}, \quad (3.57)$$

$$d = e^{-\sigma \cdot \sqrt{dt}}, \quad (3.58)$$

kde σ je volatilita hodnoty podkladového aktiva.

4 APLIKACE REÁLNÝCH OPCÍ V INVESTIČNÍM ROZHODOVÁNÍ FIRMY

V této kapitole je blíže popsána společnost *Pekařství – Cukrářství Knappe* včetně investičního projektu, strojního zařízení na výrobu bezlepkových croissantů. Dále jsou určeny vstupní parametry, nezbytné pro stanovení hodnoty projektu a ceny opce. Hodnota projektu je nejprve zjišťována na bázi pasivního přístupu, kdy se nepředpokládají budoucí zásahy do projektu, a následně na bázi aktivního přístupu, kdy je brána v úvahu flexibilita a náhodným parametrem je cena výrobku. Ocenění reálných opcí je zjištěno pomocí binomického modelu pro více období na bázi replikační strategie pro možnost uplatnění opcí na rozšíření, zúžení, dočasné přerušení a předčasné ukončení výroby a také pro portfolio těchto opcí. Ocenění je nejprve provedeno pro opce evropského typu, které je možné uplatnit pouze na počátku posledního roku životnosti investice, a následně pro opce amerického typu umožňující dřívější uplatnění.

V závěru této kapitoly je provedena citlivostní analýza, kdy je zkoumán vliv změn vybraných proměnných na hodnotu projektu a cenu opce. Zdrojem informací pro provedení ocenění jsou zejména knižní publikace Čulík (2013), Zmeškal a kol. (2013), Scholleová (2007).

4.1 CHARAKTERISTIKA SPOLEČNOSTI

Pekařství – Cukrářství Knappe se sídlem v Oticích, díky tomu dříve známé jako Otická pekárna, datuje své počátky od roku 1992. Jejím majitelem je Martin Knappe, který se ve zmíněném roce rozhodl převzít malou krachující pekárnu a vybudovat z ní jednoho z největších dodavatelů pečiva v České republice.

Až do roku 2011 byly využívány prostory v Oticích, avšak z důvodu rostoucího počtu odběratelů byla začátkem tohoto roku zahájena výstavba nového rozšířeného objektu na tzv. „zelené louce“ v Opavě. Provoz v tomto výrobním závodě byl spuštěn od 1. 11. 2011.

V současné době zaměstnává 130 zaměstnanců, kteří pracují v třísměnném provozu a při použité nejmodernější technologii pro zachování řemeslného charakteru výroby, vyrábí přes 250 druhů pekařských a cukrářských výrobků, které se zaměstnanci pekárny snaží neustále inovovat. Přestože se jedná o velmi moderní pekárnu, která stále investuje do nového výrobního zařízení, převládá zde ruční práce.

Díky tomu, že se postupně zvyšuje počet lidí trpících alergií na lepek, byla ke konci roku 2013 zahájena rekonstrukce dosud nevyužitých prostor v Oticích pro výrobu bezlepkových výrobků. Do této budovy bylo nainstalováno nové technologické zařízení, upravené pro potřeby bezlepkové výroby a v dubnu 2014 byl spuštěn provoz této speciální výroby. Bezlepkový

sortiment si brzy našel cestu k mnoha zákazníkům, které trápí celiakie, alergie na lepek, nebo se rozhodli v rámci alternativního způsobu stravování lepek ze své stravy vyloučit.

Martin Knappe spolupracuje s předními dodavateli surovin a na základě této spolupráce vyvíjí neustále nové bezlepkové výrobky splňující evropskou normu pro bezlepkovost, které jsou díky tradičním postupům výroby chuťově téměř nerozeznatelné od těch běžných, vyrobených z pšenice nebo žitné mouky. V současné době nabízí svým zákazníkům padesát druhů bezlepkového pečiva i cukrářských výrobků a jedná se tak o největšího dodavatele na tuzemském trhu.

Výrobky jsou nabízeny nejen prostřednictvím pěti prodejen s pečivem, ale také ve vlastním lahůdkářství a cukrárně.

4.2 INVESTICE DO STROJNÍHO ZAŘÍZENÍ

Dne 1. 1. 2017 bylo pořízeno z vlastních zdrojů strojní zařízení na výrobu neplněných bezlepkových croissantů, konkrétně se jedná o croissomat RONDO – typ SCM 50, v němž je použito kombinované krájení a ražení trojúhelníků, oddělování řad taktovaným chodem stroje, otáčení trojúhelníků pomocí otočného dopravníku.

Dnem pořízení byl zahrnut do obchodního majetku a uveden do provozu. Stal se tedy vlastnictvím společnosti a od tohoto měsíce je také odpisován na základě odpisového plánu. Fakturovaná částka včetně DPH činí 1 250 455 Kč. Sazba DPH v roce 2017 je 21 %, což odpovídá částce 262 595,55 Kč.

Společnost je plátcem DPH a podle §72 daňového zákona č. 235/2004 Sb., o dani z přidané hodnoty lze uplatnit nárok na odpočet daně na vstupu u přijatého zdanitelného plnění. V následujících výpočtech se proto bude počítat s cenami bez DPH, **pořizovací cena bez DPH činí 987 860 Kč.**

4.3 URČENÍ VSTUPNÍCH PARAMETRŮ

Pro stanovení budoucích očekávaných finančních toků z investice a následného určení odhadu *NPV* a ceny opce je zapotřebí vymezit vstupní parametry. Jedná se o stanovení výše výchozí ceny výrobku, rozsahu produkce, ročních odpisů, nákladů kapitálu, provozních nákladů a volatility hodnoty aktiva. Využitím vypočtené hodnoty volatility a bezrizikové sazby pak určíme koeficienty růstu a poklesu a rovněž i pravděpodobností růstu a poklesu.

4.3.1 STANOVENÍ VÝCHOZÍ CENY

Při stanovení ceny bezlepkového croissantu se vychází zejména ze surovinových nákladů na daný výrobek, kde je nejvýznamnější položkou cena bezlepkové mouky, která je

určena na roční bázi. Náklady na tuto položku se uvádí v Kč/kg, tedy 87,50 Kč/kg. Celkové náklady na tuto položku činí 253,50 Kč, jelikož je zapotřebí zpracovat 2,90 Kg.

V Tabulce 4.1 je zobrazena kalkulace surovinových nákladů, která je zpracována pro 100 ks výrobků s jednotkovou hmotností 55 g, přičemž navážka je 62 g. Mezi další suroviny patří vejce, margarín, cukr krupice, pekařské droždí, sůl, citrónové aroma a pitná voda. Procentuální zastoupení těchto složek v těstě uvádí sloupec „Množství“. Surovinové náklady na 1 kus výrobku jsou odhadovány ve výši 3,02 Kč.

Tab. 4.1: Kalkulace surovinových nákladů

Bezlepkový croissant					
		Množství	Těsto	Náklady v Kč	
	Suroviny	%	kg	za MJ	Celkem
1.	Bezlepková mouka	100,00	2,90	87,50	253,50
2.	Vejce/Melanž	20,00	0,58	39,00	22,60
3.	Margarín stolní/olej	15,00	0,44	26,82	11,66
4.	Cukr krupice	22,00	0,64	14,50	9,24
5.	Droždí pekařské	7,00	0,20	25,50	5,17
6.	Sůl jemná	2,00	0,06	2,65	0,15
7.	Citrónové aroma 0,10 %			220,00	
8.	Voda pitná	48,00	1,39	0,05	0,07
Celkem		214,00	6,21	XXX	302,39
Hmotnost (g)		55			
Navážka (g)		62			
Počet kusů (ks)		100			
Těsto celkem (kg)		6,21			
Cena za ks (Kč)		3,02			

Zdroj: Vlastní zpracování

Výsledná hodnota se dále navyšuje o 100 %, kde 30 % tvoří náklady na spotřebu energie, 20 % dopravní náklady, 40 % mzdové náklady a 10 % slouží jako rezerva na obnovu strojů a vytvoření přiměřeného zisku společnosti. Dále se do ceny zahrnuje pracnost výrobku pomocí přepočtového koeficientu a balné. Po započtení všech těchto položek je **výchozí cena výrobku stanovena ve výši 6,90 Kč.**

4.3.2 ROZSAH PRODUKCE

Rozsah produkce je určen pomocí srovnatelného substitučního výrobku, a to cereálního croissantu. Vyráběné množství tohoto produktu je zobrazeno v Tabulce 4.2 za období 2011 až 2016. Údaje jsou zjištěny z firemní statistiky odbytu. Dále je zde dle vzorce (3.5) vypočtena relativní změna objemu produkce a jednotlivým obdobím jsou přiřazeny váhy, jejichž součet je roven 1 (100 %). Obecně platí, že vyšší váha je stanovena pro období blízkí se současnosti. Průměrné tempo růstu objemu produkce bezlepkových croissantů je vypočteno jako vážený aritmetický průměr, v Excelu pomocí funkce SOUČIN.SKALÁRNÍ (v argumentech této funkce je zahrnuta % změna Q a váha). Výsledná hodnota činí 0,41 %.

Tab. 4.2: Průměrné tempo růstu objemu produkce

Rok	Q (Ks)	% Δ Změna Q	Váha
2011	562 145		
2012	566 237	0,73 %	5 %
2013	567 376	0,20 %	10 %
2014	569 935	0,45 %	15 %
2015	572 069	0,37 %	20 %
2016	574 512	0,43 %	50 %
Průměrné tempo růstu			0,41 %

Zdroj: Vlastní zpracování

Z této tabulky je zřejmé, že se celkové množství výrobků v jednotlivých letech výrazně nemění, proto lze množství výkonů považovat za deterministickou veličinu bez náhodného vývoje v čase.

Predikce vyráběného množství bezlepkových croissantů po dobu životnosti strojního zařízení, tedy pro období 2017 až 2021, je zobrazena v Tabulce 4.3.

Tab. 4.3: Predikce rozsahu produkce bezlepkových croissantů

Rok	Q (Ks)
2017	576 882
2018	579 262
2019	581 652
2020	584 052
2021	586 462

Zdroj: Vlastní zpracování

4.3.3 VÝPOČET ÚČETNÍCH A DAŇOVÝCH ODPISŮ

Jelikož v průběhu doby životnosti investice přechází postupně vstupní cena daného majetku do provozních nákladů formou odpisů, je zapotřebí určit jejich výši v jednotlivých letech.

Pro nově pořízený hmotný majetek sestavila účetní jednotka odpisový plán a podle §30 zákona č.586/1992 Sb., o daních z příjmů, jej zařadila do 2. odpisové skupiny. Z Tabulky 3.1 je zřejmé, že minimální doba odepisování je 5 let. Vstupní cena je ve výši 987 860 Kč.

V rámci účetních odpisů podnik uplatňuje metodu lineárního odpisování, konstantní výši účetních odpisů v jednotlivých letech provozu investice lze vyčíslit dle vzorce (3.12) takto:

$$RO = \frac{VC}{n} = \frac{987860}{5} = 197572Kč$$

V následující Tabulce 4.4 jsou znázorněny hodnoty účetních odpisů metodou lineárního odpisování po celou dobu životnosti investice, kde zůstatkovou cenu určíme podle vzorce (3.16). Oprávky lze vyjádřit jako souhrn dosavadních odpisů.

Tab. 4.4: Hodnoty účetních odpisů metodou rovnoměrného odpisování v Kč

Rok	Roční účetní odpis	Oprávky	Zůstatková cena
2017	197 572	197 572	790 288
2018	197 572	395 144	592 716
2019	197 572	592 716	395 144
2020	197 572	790 288	197 572
2021	197 572	987 860	0

Zdroj: Vlastní zpracování

Jelikož účetní odpisy nejsou daňově uznatelným nákladem, je zapotřebí vypočítat roční daňové odpisy, s jejichž pomocí lze pak stanovit, do jaké výše jsou účetní odpisy daňově uznatelné.

V případě daňových odpisů podnik uplatňuje metodu zrychleného odpisování. Koeficienty pro zrychlené odpisování, které jsou přiřazeny k jednotlivým odpisovým skupinám, jsou zobrazeny v Tabulce 3.3. Pro 2. odpisovou skupinu je hodnota koeficientu v prvním roce 5, v dalších letech 6.

Roční daňový odpis v prvním roce odpisování lze vypočítat pomocí vzorce (3.14) takto:

$$RO = \frac{VC}{k_1} = \frac{987860}{5} = 197572Kč$$

Roční daňový odpis v dalších letech lze zjistit pomocí vzorce (3.15). Hodnoty daňových odpisů v jednotlivých letech jsou zobrazeny v Tabulce 4.5.

Tab. 4.5: Hodnoty daňových odpisů metodou zrychleného odpisování v Kč

Rok	Roční odpisová sazba	Roční daňový odpis	Oprávky	Zůstatková cena
2017	5	197 572	197 572	790 288
2018	6	316 115	513 687	474 173
2019	6	237 086	750 774	237 086
2020	6	158 058	908 831	79 029
2021	6	79 029	987 860	0

Zdroj: Vlastní zpracování

Rozdíl mezi účetními a daňovými odpisy v jednotlivých letech provozu investice je uveden v následující Tabulce 4.6.

Tab. 4.6: Rozdíl mezi účetními a daňovými odpisy v Kč

Rok	Roční účetní odpisy	Roční daňový odpis	Rozdíl
2017	197 572	197 572	0
2018	197 572	316 115	-118 543
2019	197 572	237 086	-39 514
2020	197 572	158 058	39 514
2021	197 572	79 029	118 543

Zdroj: Vlastní zpracování

O tento rozdíl je nutné upravit základ daně. V prvním roce odpisování jsou hodnoty účetních a daňových odpisů ve stejné výši, proto není nutné upravovat základ daně. V dalších dvou letech jsou účetní odpisy nižší než daňové, účetní odpisy jsou daňově uznatelné v plné výši, rozdíl je potřeba odečíst od základu daně. Čtvrtý a pátý rok naopak účetní odpisy dosahují vyšší hodnoty než daňové odpisy, daňově uznatelná bude pouze část účetních odpisů, a to ve výši daňových odpisů, jejichž rozdíl se přičítá k základu daně.

4.3.4 URČENÍ VOLATILITY HODNOTY AKTIVA

Abychom mohli určit budoucí vývoj ceny bezlepkového croissantu, která je náhodným parametrem, je zapotřebí stanovit míru kolísání této ceny, tedy volatilitu. Jelikož nejvyšší podíl na celkové prodejní ceně tvoří cena bezlepkové mouky, která je ovlivněna zejména cenou pšeničné mouky, je zjištěna právě volatilita ceny pšeničné mouky. Využity jsou roční průměrné ceny pšenice potravinářské za období 1999 až 2016. Údaje jsou převzaty z databáze Českého

statistického úřadu. Měsíční data nebylo možné použít, jelikož jsou dostupná pouze za roky 2006, 2007 a 2011. Výpočet je proveden v programu MS Excel.

V Tabulce 4.7 je znázorněn postup vedoucí ke stanovení náhodného odhadu modelu na základě metody nejmenších čtverců dle geometrického Brownova procesu s logaritmickými cenami, jelikož se jedná o model statistický významný na hladině významnosti 5 %. Výpočet skutečného výnosu (R_{SKUT_t}) je proveden užitím vzorce (3.30), výnosy modelu (R_{MOD_t}) pak pomocí vzorce (3.31). Dále následuje výpočet reziduální složky dle vzorce (3.32). Volatilita, která je vyjádřena směrodatnou odchylkou, je vypočtena použitím funkce SMODCH.VÝBĚR, která je aplikována na skutečné spojité výnosy. Střední hodnota tržní ceny $E(S_t)$ je určena dle vztahu (3.36). Pro výpočet parametru trendu α je využit modul *Řešitel*. Hodnota účelové funkce je vypočtena užitím funkce SUMA.ČTVERCŮ dle vzorce (3.32), výsledná hodnota je pak minimalizována. Proměnnou modelu je parametr α , který je odhadován ve výši -0,000016. Dle tohoto modelu je volatilita stanovena ve výši **23,31 %**. V průběhu životnosti investice se nepředpokládá změna této hodnoty.

Tab. 4.7: Náhodný odhad modelu – určení volatility

Rok	Cena pšenice (Kč/t)	R_{SKUT_t}	R_{MOD_t}	ε_t	ε_t^2	$E(S_t)$
1999	3269					
2000	3475	0,0611	-0,0518	0,1129	0,0127	3269
2001	3878	0,1097	-0,0550	0,1647	0,0271	3475
2002	3362	-0,1428	-0,0614	-0,0814	0,0066	3878
2003	3427	0,0191	-0,0532	0,0724	0,0052	3362
2004	3738	0,0869	-0,0543	0,1411	0,0199	3427
2005	2749	-0,3073	-0,0592	-0,2481	0,0616	3738
2006	3150	0,1362	-0,0435	0,1797	0,0323	2749
2007	4578	0,3739	-0,0499	0,4237	0,1795	3150
2008	5106	0,1092	-0,0725	0,1816	0,0330	4578
2009	2889	-0,5695	-0,0808	-0,4887	0,2388	5106
2010	3392	0,1605	-0,0457	0,2062	0,0425	2889
2011	5039	0,3958	-0,0537	0,4495	0,2020	3392
2012	5050	0,0022	-0,0798	0,0820	0,0067	5039
2013	5288	0,0461	-0,0800	0,1260	0,0159	5050
2014	4483	-0,1651	-0,0837	-0,0814	0,0066	5288
2015	4321	-0,0368	-0,0710	0,0342	0,0012	4483
2016	3703	-0,1543	-0,0684	-0,0859	0,0074	4321

				α	-0,000016	
	Volatilita	23,31 %		$\hat{U}F$	0,008210	

Zdroj: www.czso.cz, vlastní zpracování

V Příloze č. 1 je zobrazena Regresní analýza, která je použita pro testování statistické významnosti jednotlivých regresních koeficientů odhadnutého modelu pomocí t-testu a následně celého ekonomického modelu F-testem. Měřeno je na hladině významnosti 5 %. Dle *P-hodnoty*, která je nižší než 0,05, lze říci, že regresní parametry modelu jsou statisticky významné. Z tabulky ANOVA lze předpokládat, že je model jako celek rovněž statisticky významný, neboť významnost *F* je nižší než 0,05.

4.3.5 STANOVENÍ NÁKLADŮ KAPITÁLU

Abychom mohli převést budoucí hodnotu peněžních toků z investice a cenu opce na jejich současnou hodnotu, je zapotřebí určit výši nákladů kapitálu, které jsou použity jako diskontní sazba. Jelikož se v případě oceňování reálných opcí předpokládá rizikově neutrální prostředí, je očekávaný výnos jakéhokoliv aktiva roven bezrizikové sazbě R_F .

Bezrizikovou míru výnosnosti lze určit jako vnitřní výnosové procento neboli průměrnou roční výnosnost dlouhodobých státních dluhopisů. V následující Tabulce 4.8 jsou zobrazeny jednotlivé státní dluhopisy s dobou splatnosti 10 až 20 let, na základě kterých je proveden výpočet roční průměrné bezrizikové míry výnosnosti ve výši **0,972 %**. Informace jsou převzaty ze stránek České národní banky. Po dobu provozu investice se nepředpokládá změna hodnoty R_F .

Tab. 4.8: Průměrná roční míra výnosnosti státních dluhopisů

ISIN	Datum splatnosti	Tržní cena (Kč)	Nominální hodnota (Kč)	Kupónová sazba (%)	Kupón (Kč)	YTM (%)
CZ0001004469	26.6.2026	10 301	10 000	1,00	100	0,667
CZ0001003859	25.8.2028	11 701	10 000	2,50	250	0,934
CZ0001004477	15.5.2030	9 873	10 000	0,95	95	1,053
CZ0001001796	4.12.2036	15 177	10 000	4,20	420	1,235
Průměrná roční míra výnosnosti						0,972

Zdroj: www.cnb.cz, vlastní zpracování

Na základě bezrizikové míry výnosnosti jsou zjištěny i další vstupní parametry, a to koeficient růstu (u) dle vzorce (3.57) a poklesu (d) dle vzorce (3.58), jejíž součin je roven 1. Dále jsou vypočteny rizikově neutrální pravděpodobnosti růstu (p^u) dle vzorce (3.52) a poklesu

(p^d) dle vzorce (3.53). Výsledné hodnoty těchto parametrů, které jsou konstantní po celou dobu provozu, jsou uvedeny v následující Tabulce 4.9.

Tab. 4.9: Hodnoty koeficientů růstu a poklesu, rizikově neutrální pravděpodobností růstu a poklesu

Parametr	Hodnota
u	1,262
d	0,792
p^u	0,463
p^d	0,537

Zdroj: Vlastní zpracování

4.3.6 ANALÝZA PROVOZNÍCH NÁKLADŮ PROJEKTU

V rámci nákladové analýzy, která je nedílnou součástí hodnocení každého projektu, je zapotřebí vymezit variabilní a fixní náklady, které ovlivňují výši zisku ve sledovaném období, a predikovat jejich vývoj během doby životnosti dané investice.

V případě variabilních nákladů se předpokládá, že jejich výše je 70 % z objemu tržeb. Fixní náklady jsou nezávislé na objemu výkonů a jejich výše se po dobu provozu nemění. Kromě odpisů, které jsou vymezeny v Tabulce 4.4, lze zařadit mezi tyto náklady také placené pojistné ve výši 153 572 Kč, sjednáno u pojišťovny Allianz.

4.4 OCENĚNÍ EVROPSKÝCH REÁLNÝCH OPCÍ

V případě, kdy se očekává možnost uplatnění reálné opce pouze k určitému časovému okamžiku, jedná se o opci evropského typu.

Předpokládáme, že je možné zasahovat do již realizovaného projektu na začátku pátého roku provozu strojního zařízení. Pro stanovení hodnoty projektu a ceny opce je aplikována replikační strategie, která je založena na rizikově neutrálním přístupu, přičemž jsou předpokládány diskrétní změny v čase. V Tabulce 4.10 jsou přehledně zobrazeny vstupní parametry. Hodnoty indexů růstu a poklesu včetně pravděpodobností růstu a poklesu jsou uvedeny v Tabulce 4.9. Pro provedení ocenění jsou použity roční účetní odpisy, jelikož zachycují skutečnou míru opotřebení hmotného majetku za dané období. V případě změny čistého pracovního kapitálu se vychází z výše 65 892 Kč a předpokládá se meziroční nárůst o 5 %, z důvodu zvýšení stavu zásob.

Tab. 4.10: Vstupní parametry – ocenění reálných opcí

Doba životnosti projektu	5 let					
Volatilita hodnoty podkladového aktiva	23,31 %					
Bezriziková míra výnosnosti	0,972 %					
Investiční výdaj	987 860 Kč					
Výchozí cena výrobku	6,90 Kč					
Daň z příjmů PO	19 %					
Variabilní náklady	70 % z objemu tržeb					
Roční účetní odpisy	197 572 Kč					
Ostatní fixní náklady	153 572 Kč					
dt	1					
	2016	2017	2018	2019	2020	2021
$\Delta \text{ČPK}$ (Kč)	65 892	69 187	72 646	76 278	80 092	84 097
Q (ks)	574 512	576 882	579 262	581 652	584 052	586 462

Zdroj: Vlastní zpracování

Pro aplikování metodologie reálných opcí je zapotřebí nejprve určit vývoj hodnoty podkladového aktiva. Náhodným parametrem je cena bezlepkového croissantu, jehož výchozí cena je určena ve výši 6,90 Kč. V následujícím Obrázku 4.1 je zachycen binomický strom vývoje ceny tohoto výrobku dle geometrického Brownova procesu. Hodnota podkladového aktiva pro jednotlivé roky a scénáře je pak určena dle vzorce (3.37), kdy se očekává růst hodnoty v následujícím období, v případě poklesu je použit vzorec (3.38).

Obr. 4.1: Binomický strom vývoje ceny bezlepkového croissantu

Stav/Rok	2016	2017	2018	2019	2020	2021
5						22,13
4					17,53	
3				13,88		13,88
2			11,00		11,00	
1		8,71		8,71		8,71
0	6,90		6,90		6,90	
-1		5,47		5,47		5,47
-2			4,33		4,33	
-3				3,43		3,43
-4					2,72	
-5						2,15

Zdroj: Vlastní zpracování

Abychom mohli stanovit hodnotu projektu, je nezbytné vytvořit binomický strom vývoje finančních toků (FCF). Binomický strom vývoje hrubého zisku (EBT) a čistého zisku (EAT) je zobrazen v Příloze č. 2. Výpočet EBT je proveden pomocí vzorce (3.9) a čistého zisku,

v případě kladné hodnoty EBT dle vzorce (3.8). Je-li EBT záporná hodnota či nula, EAT je určen dle vzorce (3.11). Hodnoty FCF v jednotlivých letech životnosti investice jsou určeny dle vzorce (3.17) a jsou zobrazeny v Obrázku 4.2.

Obr. 4.2: Binomický strom vývoje FCF – bez opce

Stav/Rok	2016	2017	2018	2019	2020	2021
5						2 982 613
4					2 320 720	
3				1 799 246		1 807 653
2			1 388 508		1 393 862	
1		1 065 094		1 068 100		1 070 462
0	-177 322		811 749		812 333	
-1		610 122		609 365		607 934
-2			449 879		447 472	
-3				321 547		317 736
-4					218 551	
-5						135 660

Zdroj: Vlastní zpracování

V případě **pasivní strategie** nelze provádět žádné zásahy do již realizovaného projektu, čímž by se hodnota projektu (NPV) zvýšila. Čistá současná hodnota projektu je stanovena jako současná hodnota budoucích finančních toků po odečtení investičního výdaje. Jelikož nelze uplatnit žádnou opci v době životnosti investice, je cena opce rovna nule a hodnota projektu bez opce je odhadnuta ve výši **3 906 101 Kč**, viz Obrázek 4.3. Tento projekt je vhodné realizovat, neboť přispívá k růstu tržní hodnoty podniku (NPV projektu je kladná).

Obr. 4.3: Binomický strom vývoje hodnoty projektu bez opce

Stav/Rok	2016	2017	2018	2019	2020	2021
5						2 982 613
4					4 649 345	
3				5 415 310		1 807 653
2			5 579 587		2 791 804	
1		5 355 619		3 212 810		1 070 462
0	3 906 101		3 258 233		1 626 348	
-1		3 061 907		1 830 920		607 934
-2			1 801 772		895 119	
-3				963 897		317 736
-4					436 333	
-5						135 660

Zdroj: Vlastní zpracování

Pro možnost flexibility rozhodování v budoucnu, tedy **aktivní strategie**, je možné využít ocenění projektu na bázi metodologie reálných opcí. V rámci dané investice byly zvoleny reálné opce typu – opce na rozšíření, zúžení, dočasné přerušení a předčasné ukončení výroby a také portfolio těchto opcí. Jelikož se jedná o ocenění evropských opcí, vývoj *FCF* je do čtvrtého roku totožný s projektem bez opce.

4.4.1 OPCE NA ROZŠÍŘENÍ VÝROBNÍ KAPACITY

Opce na rozšíření výroby je kupní (*Call*) opcí, která umožňuje managementu rozšířit původní kapacitu již zahájeného projektu, a tím dosáhnout vyššího cash flow v následujících letech. Management firmy má možnost rozšířit zakoupené strojní zařízení o samostatný svinovač croissantů, s jehož pomocí lze pracovat podle velikosti trojúhelníků ve dvou až šesti řádcích. Pro každý řádek je výkon okolo 1 000 ks za hodinu. To znamená hodinový výkon mezi 2 000 až 6 000 ks.

Rozšíření původní výrobní kapacity je odhadnuto ve výši 50 %, avšak s rozšířením projektu jsou spojeny dodatečné investiční výdaje ve výši 320 153 Kč, které představují realizační cenu. Obecně platí, že tato opce bude uplatněna, je-li přínos rozhodnutí o rozšíření vyšší než náklady na jeho realizaci, tedy dodatečné investiční výdaje.

V Obrázku 4.4 je uveden vývoj *FCF* vypočtených dle vzorce (2.10). Součástí je také vývoj vnitřní hodnoty opce v době uplatnění včetně rozhodnutí o využití opce. Výpočet vnitřní hodnoty je proveden pomocí vzorce (2.11). Jelikož se jedná o evropskou opci, je uvedena vnitřní hodnota opce pouze pro rok 2021. V případě, že je vnitřní hodnota rovna nule, opce není uplatněna a je vydáno rozhodnutí „pokračovat ve výrobě“.

Obr. 4.4: Binomický strom vývoje *FCF* – Opce na rozšíření výroby

Stav/Rok	2016	2017	2018	2019	2020	2021	VH	Rozhodnutí
5						4 153 767	1 171 154	ROZŠÍŘIT
4					2 320 720			
3				1 799 246		2 391 327	583 674	ROZŠÍŘIT
2			1 388 508		1 393 862			
1		1 065 094		1 068 100		1 285 540	215 078	ROZŠÍŘIT
0	-177 322		811 749		812 333			
-1		610 122		609 365		607 934	0	POKRAČOVAT
-2			449 879		447 472			
-3				321 547		317 736	0	POKRAČOVAT
-4					218 551			
-5						135 660	0	POKRAČOVAT

Zdroj: Vlastní zpracování

Z výše uvedeného obrázku je zřejmé, že opce na rozšíření je uplatněna zejména pro optimistické scénáře vývoje, a tedy pro horní větve binomického stromu. V tomto případě je současná hodnota peněžních příjmů z rozšířené části projektu vyšší než investiční výdaje na jeho rozšíření.

Hodnota projektu (aktiv) je určena vzorcem (2.12), výpočet aplikací replikační strategie je proveden dle vzorce (3.50). Je vycházeno z podmínky, že v době splatnosti opce je cena opce rovna její vnitřní hodnotě. Postupujeme tedy od koncového uzlu binomického stromu směrem k počátečnímu. Tento postup je stejný u všech typů opcí. Vývoj hodnoty projektu s opcí na rozšíření výroby po dobu životnosti majetku je zobrazen v následujícím Obrázku 4.5.

Obr. 4.5: Binomický strom vývoje hodnoty projektu s opcí na rozšíření výroby

Stav/Rok	2016	2017	2018	2019	2020	2021
5						4 153 767
4					5 496 587	
3				6 006 756		2 391 327
2			5 971 624		3 173 704	
1		5 603 499		3 440 243		1 285 540
0	4 056 811		3 386 475		1 724 897	
-1		3 131 679		1 876 076		607 934
-2			1 822 463		895 119	
-3				963 897		317 736
-4					436 333	
-5						135 660

Zdroj: Vlastní zpracování

Je-li zohledněna možnost rozšíření výroby, hodnota projektu je vyčíslena ve výši **4 056 811 Kč** a cena této opce je odhadnuta pomocí vzorce (2.9) ve výši 150 710 Kč. Je tedy zřejmé, že flexibilita zvyšuje hodnotu projektu.

4.4.2 OPCE NA ZÚŽENÍ VÝROBNÍ KAPACITY

Opce na zúžení výroby je prodejní (*Put*) opcí, která naopak umožňuje snížit původní kapacitu projektu. Management firmy má možnost část výrobní kapacity odprodat a ušetřit tak část investičních výdajů. Prodejem vznikají desinvestiční příjmy, které jsou realizační cenou opce. Obecně platí, že je tato opce uplatněna pouze za předpokladu, že desinvestiční příjmy jsou vyšší než současná hodnota peněžních příjmů ze zrušených výrobních kapacit diskontovaných k okamžiku rozhodnutí.

V posledním roce životnosti projektu se předpokládá, že je možné odprodat 30 % výrobní kapacity, přičemž desinvestiční příjmy jsou ve výši 59 272 Kč. Vnitřní hodnota opce

je zjištěna dle vzorce (2.15). V Obrázku 4.6 je zobrazen binomický strom vývoje FCF s možností uplatnění opce na zúžení výroby v pátém roce životnosti investice. Výpočet FCF je proveden pomocí vzorce (2.14). Součástí je také rozhodnutí, zda bude opce na zúžení výroby uplatněna či nikoli.

Obr. 4.6: Binomický strom vývoje FCF – Opce na zúžení výroby

Stav/Rok	2016	2017	2018	2019	2020	2021	VH	Rozhodnutí
5						2 982 613	0	POKRAČOVAT
4					2 320 720			
3				1 799 246		1 807 653	0	POKRAČOVAT
2			1 388 508		1 393 862			
1		1 065 094		1 068 100		1 070 462	0	POKRAČOVAT
0	-177 322		811 749		812 333			
-1		610 122		609 365		607 934	0	POKRAČOVAT
-2			449 879		447 472			
-3				321 547		317 736	0	POKRAČOVAT
-4					218 551			
-5						154 234	18 574	ZÚŽIT

Zdroj: Vlastní zpracování

Z výše uvedeného obrázku vyplývá, že opce na zúžení je uplatněna zejména při pesimistických scénářích vývoje, tedy ve spodních větvích binomického stromu, kdy desinvestiční příjmy převyšují současnou hodnotu peněžních příjmů ze zrušených a odprodaných výrobních kapacit a vnitřní hodnota odpovídá částce 18 574 Kč. Hodnotu projektu lze určit pomocí vzorce (2.16), dle replikační strategie je postupováno podle vztahu (3.50).

Vývoj hodnoty projektu s opcí na zúžení výroby po dobu provozu je zobrazen v následujícím Obrázku 4.7.

Obr. 4.7: Binomický strom vývoje hodnoty projektu s opcí na zúžení výroby

Stav/Rok	2016	2017	2018	2019	2020	2021
5						2 982 613
4					4 649 345	
3				5 415 310		1 807 653
2			5 579 587		2 791 804	
1		5 355 619		3 212 810		1 070 462
0	3 906 893		3 258 233		1 626 348	
-1		3 063 397		1 830 920		607 934
-2			1 804 571		895 119	
-3				969 158		317 736
-4					446 217	
-5						154 234

Zdroj: Vlastní zpracování

Z výše uvedeného obrázku je zřejmé, že hodnota projektu s opcí na zúžení výroby je **3 906 893 Kč**. Cena opce činí 793 Kč, vypočtena je dle vzorce (2.9).

4.4.3 OPCE NA DOČASNÉ PŘERUŠENÍ VÝROBY

Opce na dočasné přerušení výroby je kupní (*Call*) opcí, která dává managementu firmy právo dočasně přerušit výrobu za předpokladu, že ceny v daném roce poklesnou pod úroveň variabilních nákladů produkce. Za této situace je minimalizována ztráta dočasným přerušením výroby, která může být následně obnovena, pokud ceny opět vzrostou nad minimální požadovanou úroveň. Realizační cenou je úroveň jednotkových variabilních nákladů.

Vnitřní hodnota odpovídá velikosti marže s možností přerušení výroby, kterou lze vypočíst dle vzorce (2.18). Hodnoty jsou uvedeny v následujícím Obrázku 4.8, na kterém je zobrazen binomický strom vývoje marže v jednotlivých letech životnosti investice.

Obr. 4.8: Binomický strom vývoje marže

Stav/Rok	2016	2017	2018	2019	2020	2021
5						6,64
4					5,26	
3				4,17		4,17
2			3,30		3,30	
1		2,61		2,61		2,61
0	2,07		2,07		2,07	
-1		1,64		1,64		1,64
-2			1,30		1,30	
-3				1,03		1,03
-4					0,81	
-5						0,65

Zdroj: Vlastní zpracování

Na základě vývoje jednotkové marže lze říci, že opce na dočasné přerušení výroby nebude uplatněna a firma bude nadále pokračovat ve výrobě. Důvodem je kladná hodnota této marže, kdy je cena výrobku stanovena nad úroveň variabilních nákladů. Binomický strom vývoje *EBT* a *EAT* je uveden v Příloze č. 3.

V následujícím Obrázku 4.9 je zobrazen binomický strom vývoje peněžních toků pro jednotlivé roky a scénáře, vypočtené dle vzorce (2.20). Vývoj hodnoty aktiva je uveden v Obrázku 4.10.

Obr. 4.9: Binomický strom vývoje FCF – Opce na dočasné přerušení výroby

Stav/Rok	2016	2017	2018	2019	2020	2021
5						2 982 613
4					2 320 720	
3				1 799 246		1 807 653
2			1 388 508		1 393 862	
1		1 065 094		1 068 100		1 070 462
0	-177 322		811 749		812 333	
-1		610 122		609 365		607 934
-2			449 879		447 472	
-3				321 547		317 736
-4					218 551	
-5						135 660

Zdroj: Vlastní zpracování

Obr. 4.10: Binomický strom vývoje hodnoty projektu s opcí na dočasné přerušení výroby

Stav/Rok	2016	2017	2018	2019	2020	2021
5						2 982 613
4					4 649 345	
3				5 415 310		1 807 653
2			5 579 587		2 791 804	
1		5 355 619		3 212 810		1 070 462
0	3 906 101		3 258 233		1 626 348	
-1		3 061 907		1 830 920		607 934
-2			1 801 772		895 119	
-3				963 897		317 736
-4					436 333	
-5						135 660

Zdroj: Vlastní zpracování

Hodnota projektu s opcí na dočasné přerušení výroby je určena ve výši **3 906 101 Kč**, což odpovídá hodnotě projektu bez opce. Opce tedy nebude uplatněna a cena opce je rovna nule.

4.4.4 OPCE NA PŘEDČASNÉ UKONČENÍ VÝROBY

Tento typ opce dává majiteli právo předčasně ukončit provoz dané investice, která může být následně prodána za stanovenou cenu. Její uplatnění je však spojeno se ztrátou budoucího cash flow. Aby bylo využití tohoto práva výhodné, je zapotřebí porovnat přínos daného rozhodnutí s náklady na jeho realizaci. Přínosem je příjem z prodeje majetku a nákladem je ztráta finančních toků v následujících letech. Je-li prodejní cena vyšší než generované FCF , je vhodné daný projekt předčasně ukončit a odprodat. V opačném případě je výhodnější ve výrobě nadále pokračovat.

Jedná se tedy o prodejní (*Put*) opci na peněžní toky generované projektem s realizační cenou odpovídající prodejní ceně. Prodejní cena je odhadnuta ve výši 197 572 Kč, což odpovídá zůstatkové ceně v posledním roce životnosti majetku, která je vypočtena dle vzorce (3.16).

Vývoj vnitřní hodnoty je určen užitím vzorce (2.21). V Obrázku 4.11 jsou zobrazeny peněžní toky projektu pro jednotlivé roky a scénáře, které lze očekávat v jednotlivých letech provozu investice, vypočteny jsou porovnáním původních peněžních toků a hodnoty prodejní ceny. Také je zde uvedena i vnitřní hodnota v roce 2021 a rozhodnutí o využití dané opce.

Obr. 4.11: Binomický strom vývoje *FCF* – Opce na ukončení výroby

Stav/Rok	2016	2017	2018	2019	2020	2021	<i>VH</i>	Rozhodnutí
5						2 982 613	0	POKRAČOVAT
4					2 320 720			
3				1 799 246		1 807 653	0	POKRAČOVAT
2			1 388 508		1 393 862			
1		1 065 094		1 068 100		1 070 462	0	POKRAČOVAT
0	-177 322		811 749		812 333			
-1		610 122		609 365		607 934	0	POKRAČOVAT
-2			449 879		447 472			
-3				321 547		317 736	0	POKRAČOVAT
-4					218 551			
-5						197 572	61 912	UKONČIT

Zdroj: Vlastní zpracování

Z výše uvedeného obrázku je zřejmé, že je tato opce uplatněna, stejně jako v případě opce na zúžení, zejména při pesimistických scénářích vývoje, a tedy ve spodních větvích binomického stromu, kdy je vnitřní hodnota ve výši 61 912 Kč.

Hodnota projektu s opcí na ukončení výroby je vyčíslena pomocí vzorce (2.22) ve výši **3 908 743 Kč**, což je uvedeno v Obrázku 4.12. Postupujeme rovněž dle replikační strategie podle vztahu (3.50). Cena opce je 2 643 Kč, vypočtena vzorcem (2.9).

Obr. 4.12: Binomický strom vývoje hodnoty projektu s opcí na ukončení výroby

Stav/Rok	2016	2017	2018	2019	2020	2021
5						2 982 613
4					4 649 345	
3				5 415 310		1 807 653
2			5 579 587		2 791 804	
1		5 355 619		3 212 810		1 070 462
0	3 908 743		3 258 233		1 626 348	
-1		3 066 873		1 830 920		607 934
-2			1 811 103		895 119	
-3				981 431		317 736
-4					469 280	
-5						197 572

Zdroj: Vlastní zpracování

4.4.5 OPCE NA ROZŠÍŘENÍ A PŘEDČASNÉ UKONČENÍ VÝROBY

V případě portfolia reálných opcí má firma možnost v pátém roce současně projekt rozšířit nebo předčasně ukončit, přičemž podmínky rozšíření a ukončení se nemění. Pokud nebude uplatněna ani jedna opce, bude firma nadále pokračovat ve výrobě a cena opce bude nulová. V Obrázku 4.13 je zobrazen binomický strom vývoje finančních toků. Binomický strom vývoje hodnoty projektu s opcí na rozšíření a předčasně ukončení výroby je pak uveden v Obrázku 4.14. Součástí je také rozhodnutí, ve kterém roce a scénáři budou opce uplatněny a o jaký typ opce se bude jednat.

Obr. 4.13: Binomický strom vývoje FCF – Opce na rozšíření a předčasně ukončení

Stav/Rok	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Rozhodnutí
5						4 153 767	ROZŠÍŘIT
4					2 320 720		
3				1 799 246		2 391 327	ROZŠÍŘIT
2			1 388 508		1 393 862		
1		1 065 094		1 068 100		1 285 540	ROZŠÍŘIT
0	-177 322		811 749		812 333		
-1		610 122		609 365		607 934	POKRAČOVAT
-2			449 879		447 472		
-3				321 547		317 736	POKRAČOVAT
-4					218 551		
-5						197 572	UKONČIT

Zdroj: Vlastní zpracování

Obr. 4.14: Binomický strom vývoje hodnoty projektu s opcí na rozšíření a předčasné ukončení výroby

Stav/Rok	2016	2017	2018	2019	2020	2021
5						4 153 767
4					5 496 587	
3				6 006 756		2 391 327
2			5 971 624		3 173 704	
1		5 603 499		3 440 243		1 285 540
0	4 059 453		3 386 475		1 724 897	
-1		3 136 645		1 876 076		607 934
-2			1 831 794		895 119	
-3				981 431		317 736
-4					469 280	
-5						197 572

Zdroj: Vlastní zpracování

Hodnota projektu s opcí na rozšíření a předčasné ukončení výroby je **4 059 453 Kč**. Cena opce činí 153 353 Kč, což odpovídá součtu ceny opce na rozšíření a ceny opce na předčasné ukončení, jelikož jsou v době životnosti obě opce uplatněny. Opce na rozšíření při optimistických scénářích a opce na předčasné ukončení naopak při pesimistických scénářích.

4.4.6 OPCE NA ZÚŽENÍ A PŘEDČASNÉ UKONČENÍ VÝROBY

V případě portfolia reálných opcí má firma možnost v pátém roce současně projekt zúžit nebo předčasně ukončit, přičemž podmínky zúžení a předčasného ukončení se nemění. V Obrázku 4.15 je zobrazen binomický strom vývoje finančních toků. Binomický strom vývoje hodnoty projektu s opcí na zúžení a předčasné ukončení výroby je uveden v Obrázku 4.16. Součástí je také rozhodnutí, ve kterém roce a scénáři budou opce uplatněny a o jaký typ opce se bude jednat.

Obr. 4.15: Binomický strom vývoje FCF – Opce na zúžení a předčasné ukončení

Stav/Rok	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Rozhodnutí
5						2 982 613	POKRAČOVAT
4					2 320 720		
3				1 799 246		1 807 653	POKRAČOVAT
2			1 388 508		1 393 862		
1		1 065 094		1 068 100		1 070 462	POKRAČOVAT
0	-177 322		811 749		812 333		
-1		610 122		609 365		607 934	POKRAČOVAT
-2			449 879		447 472		
-3				321 547		317 736	POKRAČOVAT
-4					218 551		
-5						197 572	UKONČIT

Zdroj: Vlastní zpracování

Obr. 4.16: Binomický strom vývoje hodnoty projektu s opcí na zúžení a předčasné ukončení

Stav/Rok	2016	2017	2018	2019	2020	2021
5						2 982 613
4					4 649 345	
3				5 415 310		1 807 653
2			5 579 587		2 791 804	
1		5 355 619		3 212 810		1 070 462
0	3 908 743		3 258 233		1 626 348	
-1		3 066 873		1 830 920		607 934
-2			1 811 103		895 119	
-3				981 431		317 736
-4					469 280	
-5						197 572

Zdroj: Vlastní zpracování

Hodnota projektu s opcí na zúžení a předčasné ukončení je ve výši **3 908 743 Kč**. Cena opce činí 2 643 Kč, jelikož je uplatněna pouze opce na předčasné ukončení.

4.4.7 OPCE NA ROZŠÍŘENÍ, ZÚŽENÍ A PŘEDČASNÉ UKONČENÍ VÝROBY

V případě tohoto portfolia reálných opcí má firma možnost v daném roce současně projekt rozšířit, zúžit nebo předčasně ukončit, přičemž podmínky rozšíření, zúžení a ukončení se nemění. V Obrázku 4.17 je zobrazen binomický strom vývoje finančních toků. Binomický strom vývoje hodnoty projektu s opcí na rozšíření, zúžení a předčasné ukončení výroby je uveden v Obrázku 4.18. Součástí je také rozhodnutí, ve kterém roce a scénáři budou opce uplatněny a jaký typ opce.

Obr. 4.17: Binomický strom vývoje *FCF* – Opce na rozšíření, zúžení a předčasné ukončení

Stav/Rok	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Rozhodnutí
5						4 153 767	ROZŠÍŘIT
4					2 320 720		
3				1 799 246		2 391 327	ROZŠÍŘIT
2			1 388 508		1 393 862		
1		1 065 094		1 068 100		1 285 540	ROZŠÍŘIT
0	-177 322		811 749		812 333		
-1		610 122		609 365		607 934	POKRAČOVAT
-2			449 879		447 472		
-3				321 547		317 736	POKRAČOVAT
-4					218 551		
-5						197 572	UKONČIT

Zdroj: Vlastní zpracování

Obr. 4.18: Binomický strom vývoje hodnoty projektu s portfoliem reálných opcí

Stav/Rok	2016	2017	2018	2019	2020	2021
5						4 153 767
4					5 496 587	
3				6 006 756		2 391 327
2			5 971 624		3 173 704	
1		5 603 499		3 440 243		1 285 540
0	4 059 453		3 386 475		1 724 897	
-1		3 136 645		1 876 076		607 934
-2			1 831 794		895 119	
-3				981 431		317 736
-4					469 280	
-5						197 572

Zdroj: Vlastní zpracování

Hodnota projektu s opcí na rozšíření, zúžení a předčasné ukončení je **4 059 453 Kč**. Jelikož jsou opět uplatněny pouze dvě opce, a to na rozšíření a předčasné ukončení, je cena opce vyčíslena ve výši 153 353 Kč.

4.5 OCENĚNÍ AMERICKÝCH REÁLŇÝCH OPCÍ

V případě amerických opcí lze zasahovat do již zahájeného projektu kdykoli v průběhu doby jeho životnosti.

Vstupní údaje jsou uvedeny v Tabulce 4.10. Postup je obdobný jako v případě ocenění evropských opcí, avšak je zde zohledněna možnost dřívějšího uplatnění, a to na počátku druhého roku provozu investice (v roce 2018). Ocenění je provedeno dle replikační strategie využitím vzorce (3.50).

4.5.1 OPCE NA ROZŠÍŘENÍ VÝROBNÍ KAPACITY

V případě opce na rozšíření výroby je rovněž předpokládáno rozšíření výrobní kapacity o 50 % s dodatečnými investičními náklady ve výši 320 153 Kč. Binomické stromy vývoje *VH* opce, finanční toků a hodnoty projektu jsou uvedeny v Příloze č. 4.

Hodnota projektu s opcí na rozšíření výroby je ve výši **4 449 480 Kč** a cena opce je 543 379 Kč. V Obrázku 4.19 je uvedeno rozhodnutí v rámci jednotlivých scénářů. Rozšíření výrobní kapacity je doporučeno při optimistických scénářích v horních větvích binomického stromu.

Obr. 4.19: Rozhodnutí o využití opce na rozšíření výroby

Stav/Rok	2016	2017	2018	2019	2020	2021
5						ROZŠÍŘIT
4					ROZŠÍŘIT	
3				ROZŠÍŘIT		ROZŠÍŘIT
2			ROZŠÍŘIT		ROZŠÍŘIT	
1		POKRAČOVAT		ROZŠÍŘIT		ROZŠÍŘIT
0	POKRAČOVAT		ROZŠÍŘIT		ROZŠÍŘIT	
-1		POKRAČOVAT		POKRAČOVAT		POKRAČOVAT
-2			POKRAČOVAT		POKRAČOVAT	
-3				POKRAČOVAT		POKRAČOVAT
-4					POKRAČOVAT	
-5						POKRAČOVAT

Zdroj: Vlastní zpracování

4.5.2 OPCE NA ZÚŽENÍ VÝROBNÍ KAPACITY

U opce na zúžení výroby je plánovaný rozsah zúžení výrobní kapacity rovněž 30 %. Předpokládané desinvestiční příjmy pro období 2018 až 2021 jsou zobrazeny v Tabulce 4.11.

Tab. 4.11: Desinvestiční příjmy pro období 2018 až 2021

Rok	2018	2019	2020	2021
Desinvestiční příjmy (Kč)	237 086	177 815	118 543	59 272

Zdroj: Vlastní zpracování

Binomické stromy vývoje *VH* opce, finančních toků a hodnoty projektu jsou uvedeny v Příloze č. 5. Hodnota projektu s opcí na zúžení výroby je ve výši **3 952 324 Kč**, cena opce činí 46 224 Kč. V Obrázku 4.20 je uvedeno rozhodnutí v rámci jednotlivých scénářů. Zúžení výrobní kapacity je doporučeno při pesimistických scénářích vývoje, tedy ve spodních větvích binomického stromu.

Obr. 4.20: Rozhodnutí o využití opce na zúžení výroby

Stav/Rok	2016	2017	2018	2019	2020	2021
5						POKRAČOVAT
4					POKRAČOVAT	
3				POKRAČOVAT		POKRAČOVAT
2			POKRAČOVAT		POKRAČOVAT	
1		POKRAČOVAT		POKRAČOVAT		POKRAČOVAT
0	POKRAČOVAT		POKRAČOVAT		POKRAČOVAT	
-1		POKRAČOVAT		POKRAČOVAT		POKRAČOVAT
-2			ZÚŽIT		POKRAČOVAT	
-3				ZÚŽIT		POKRAČOVAT
-4					ZÚŽIT	
-5						ZÚŽIT

Zdroj: Vlastní zpracování

4.5.3 OPCE NA DOČASNÉ PŘERUŠENÍ VÝROBY

Opce na dočasné přerušení výroby není ani v případě možnosti dřívějšího využití uplatněna. Hodnota projektu je opět odhadována ve výši **3 906 101 Kč** a cena opce je rovna nule.

4.5.4 OPCE NA PŘEDČASNÉ UKONČENÍ VÝROBY

V rámci opce na předčasné ukončení je prodejní cena opět stanovena ve výši zůstatkové ceny, která je vypočtena použitím vzorce (3.16). Výsledné hodnoty jsou uvedeny v Tabulce 4.12. Binomické stromy vývoje *VH* opce, finanční toků a hodnoty projektu jsou uvedeny v Příloze č. 6.

Hodnota projektu s opcí na předčasné ukončení je odhadnuta ve výši **4 060 180 Kč**, cena opce činí 154 079 Kč. V Obrázku 4.21 je uvedeno rozhodnutí v rámci jednotlivých scénářů. Předčasné ukončení výroby je doporučeno rovněž při pesimistických scénářích vývoje ve spodních větvích binomického stromu.

Tab. 4.12: Prodejní ceny pro období 2018 až 2021

Rok	2018	2019	2020	2021
Prodejní cena (Kč)	790 288	592 716	395 144	197 572

Zdroj: Vlastní zpracování

Obr. 4.21: Rozhodnutí o využití opce na předčasné ukončení výroby

Stav/Rok	2016	2017	2018	2019	2020	2021
5						POKRAČOVAT
4					POKRAČOVAT	
3				POKRAČOVAT		POKRAČOVAT
2			POKRAČOVAT		POKRAČOVAT	
1		POKRAČOVAT		POKRAČOVAT		POKRAČOVAT
0	POKRAČOVAT		POKRAČOVAT		POKRAČOVAT	
-1		POKRAČOVAT		POKRAČOVAT		POKRAČOVAT
-2			UKONČIT		POKRAČOVAT	
-3				UKONČIT		POKRAČOVAT
-4					UKONČIT	
-5						UKONČIT

Zdroj: Vlastní zpracování

4.5.5 OPCE NA ROZŠÍŘENÍ A PŘEDČASNÉ UKONČENÍ VÝROBY

Binomické stromy vývoje finančních toků a hodnoty projektu v rámci portfolia reálných opcí na rozšíření a předčasné ukončení jsou uvedeny v Příloze č. 7.

Hodnota projektu s opcí na rozšíření a předčasné ukončení výroby je vyčíslená ve výši **4 603 559 Kč**, cena opce je 697 458 Kč. Pro tuto kombinaci opcí je v Obrázku 4.22 zobrazeno rozhodnutí pro jednotlivé roky a scénáře.

Obr. 4.22: Rozhodnutí o využití opcí na rozšíření a předčasné ukončení výroby

Stav/Rok	2016	2017	2018	2019	2020	2021
5						ROZŠÍŘIT
4					ROZŠÍŘIT	
3				ROZŠÍŘIT		ROZŠÍŘIT
2			ROZŠÍŘIT		ROZŠÍŘIT	
1		POKRAČOVAT		ROZŠÍŘIT		ROZŠÍŘIT
0	POKRAČOVAT		ROZŠÍŘIT		ROZŠÍŘIT	
-1		POKRAČOVAT		POKRAČOVAT		POKRAČOVAT
-2			UKONČIT		POKRAČOVAT	
-3				UKONČIT		POKRAČOVAT
-4					UKONČIT	
-5						UKONČIT

Zdroj: Vlastní zpracování

4.5.6 OPCE NA ZÚŽENÍ A PŘEDČASNÉ UKONČENÍ VÝROBY

Rozhodnutí ohledně využití portfolia reálných opcí na zúžení a předčasné ukončení výroby v jednotlivých letech a scénářích je zobrazeno v Obrázku 4.23. Binomické stromy vývoje finančních toků a hodnoty projektu v rámci tohoto portfolia jsou uvedeny v Příloze č. 8. Hodnota projektu s opcí na zúžení a předčasné ukončení výroby je ve výši **4 060 180 Kč**, cena opce je 154 079 Kč. Využita je pouze opce na předčasné ukončení výroby.

Obr. 4.23: Rozhodnutí o využití opcí na zúžení a předčasné ukončení výroby

Stav/Rok	2016	2017	2018	2019	2020	2021
5						POKRAČOVAT
4					POKRAČOVAT	
3				POKRAČOVAT		POKRAČOVAT
2			POKRAČOVAT		POKRAČOVAT	
1		POKRAČOVAT		POKRAČOVAT		POKRAČOVAT
0	POKRAČOVAT		POKRAČOVAT		POKRAČOVAT	
-1		POKRAČOVAT		POKRAČOVAT		POKRAČOVAT
-2			UKONČIT		POKRAČOVAT	
-3				UKONČIT		POKRAČOVAT
-4					UKONČIT	
-5						UKONČIT

Zdroj: Vlastní zpracování

4.5.7 OPCE NA ROZŠÍŘENÍ, ZÚŽENÍ A PŘEDČASNÉ UKONČENÍ VÝROBY

Rozhodnutí ohledně využití portfolia reálných opcí na rozšíření, zúžení a předčasné ukončení výroby v jednotlivých letech a scénářích je zobrazeno v Obrázku 4.24. Z tohoto obrázku je zřejmé, že na počátku druhého roku bude v případě příznivého vývoje uplatněna opce na rozšíření výroby. V opačném případě bude výhodnější rozhodnout o předčasném ukončení výroby a následného odprodaní majetku za stanovenou prodejní cenu. V následujících letech lze provést rozhodnutí, zda rozšířit výrobní kapacitu nebo ukončit výrobu či žádnou opci neuplatnit a pokračovat ve výrobě.

Binomické stromy vývoje finančních toků a hodnoty projektu v rámci tohoto portfolia lze nelézt v Příloze č. 9. Hodnota projektu s opcí na rozšíření, zúžení a předčasné ukončení výroby je ve výši **4 603 559 Kč**, cena opce je 697 458 Kč.

Obr. 4.24: Rozhodnutí o využití opcí na rozšíření, zúžení a předčasné ukončení výroby

Stav/Rok	2016	2017	2018	2019	2020	2021
5						ROZŠÍŘIT
4					ROZŠÍŘIT	
3				ROZŠÍŘIT		ROZŠÍŘIT
2			ROZŠÍŘIT		ROZŠÍŘIT	
1		POKRAČOVAT		ROZŠÍŘIT		ROZŠÍŘIT
0	POKRAČOVAT		ROZŠÍŘIT		ROZŠÍŘIT	
-1		POKRAČOVAT		POKRAČOVAT		POKRAČOVAT
-2			UKONČIT		POKRAČOVAT	
-3				UKONČIT		POKRAČOVAT
-4					UKONČIT	
-5						UKONČIT

Zdroj: Vlastní zpracování

4.6 ZÁVĚREČNÉ ZHODNOCENÍ

V následující Tabulce 4.13 je uvedeno shrnutí výsledných hodnot NPV a cen opcí v případě ocenění evropské opce pomocí binomického modelu pro více období na bázi replikační strategie. Předpokládá se možnost uplatnění pouze na počátku pátého roku životnosti investice.

Tab. 4.13: Závěrečné shrnutí – *NPV*, cena opce

Typ evropské opce	Hodnota projektu (<i>NPV</i> , Kč)	Cena opce (Kč)
Bez opce	3 906 101	0
Jednotlivé reálné opce		
Opce na rozšíření výrobní kapacity	4 056 811	150 710
Opce na zúžení výrobní kapacity	3 906 893	793
Opce na dočasné přerušení výroby	3 906 101	0
Opce na předčasné ukončení výroby	3 908 743	2 643
Portfolio reálných opcí		
Opce na rozšíření a předčasné ukončení výroby	4 059 453	153 353
Opce na zúžení a předčasné ukončení výroby	3 908 743	2 643
Opce na rozšíření, zúžení a předčasné ukončení výroby	4 059 453	153 353

Zdroj: Vlastní zpracování

Z této tabulky je zřejmé, že možnost zasahovat do již zahájeného projektu vede k růstu *NPV*. Jelikož je *NPV* kladná, bude výhodné daný projekt realizovat. Hodnota projektu bez opce je vyčíslena ve výši 3 906 101 Kč, což odpovídá nulové hodnotě flexibility. Hodnota projektu bude maximalizována v případě, kdy bude v době životnosti strojního zařízení uplatněno portfolio reálných opcí na rozšíření a předčasné ukončení. V této situaci se hodnota projektu zvýší o 153 353 Kč na hodnotu 4 059 453 Kč. Naopak v případě využití opce na zúžení výroby se hodnota projektu zvýší pouze o 793 Kč na hodnotu 3 906 893 Kč. Pokud bude uplatněna evropská opce na rozšíření výrobní kapacity, hodnota projektu se zvýší na 4 056 811 Kč, kdy je cena této opce odhadnuta na 150 710 Kč. Hodnota projektu s opcí na zúžení a předčasné ukončení je odhadována na 3 908 743 Kč, cena opce činí 2 643 Kč, jelikož je uplatněna pouze opce na předčasné ukončení. Jelikož je cena výrobku stanovena nad úroveň variabilních nákladů, což odpovídá kladné marži ve všech uzlech a scénářích binomického stromu, nebude uplatněna opce na dočasné přerušení výroby.

Konečné hodnoty projektu (*NPV*) a cen opcí pro jednotlivé americké reálné opce a jejich portfolio jsou obsahem Tabulky 4.14. Ocenění je provedeno za předpokladu, že je možné dané opce či jejich portfolio uplatnit už od počátku druhého roku až do konce doby životnosti investice.

Tab. 4.14: Závěrečné shrnutí – *NPV*, cena opce

Typ americké opce	Hodnota projektu (<i>NPV</i> , Kč)	Cena opce (Kč)
Bez opce	3 906 101	0
Jednotlivé reálné opce		
Opce na rozšíření výrobní kapacity	4 449 480	543 379
Opce na zúžení výrobní kapacity	3 952 324	46 224
Opce na dočasné přerušení výroby	3 906 101	0
Opce na předčasné ukončení výroby	4 060 180	154 079
Portfolio reálných opcí		
Opce na rozšíření a předčasné ukončení výroby	4 603 559	697 458
Opce na zúžení a předčasné ukončení výroby	4 060 180	154 079
Opce na rozšíření, zúžení a předčasné ukončení výroby	4 603 559	697 458

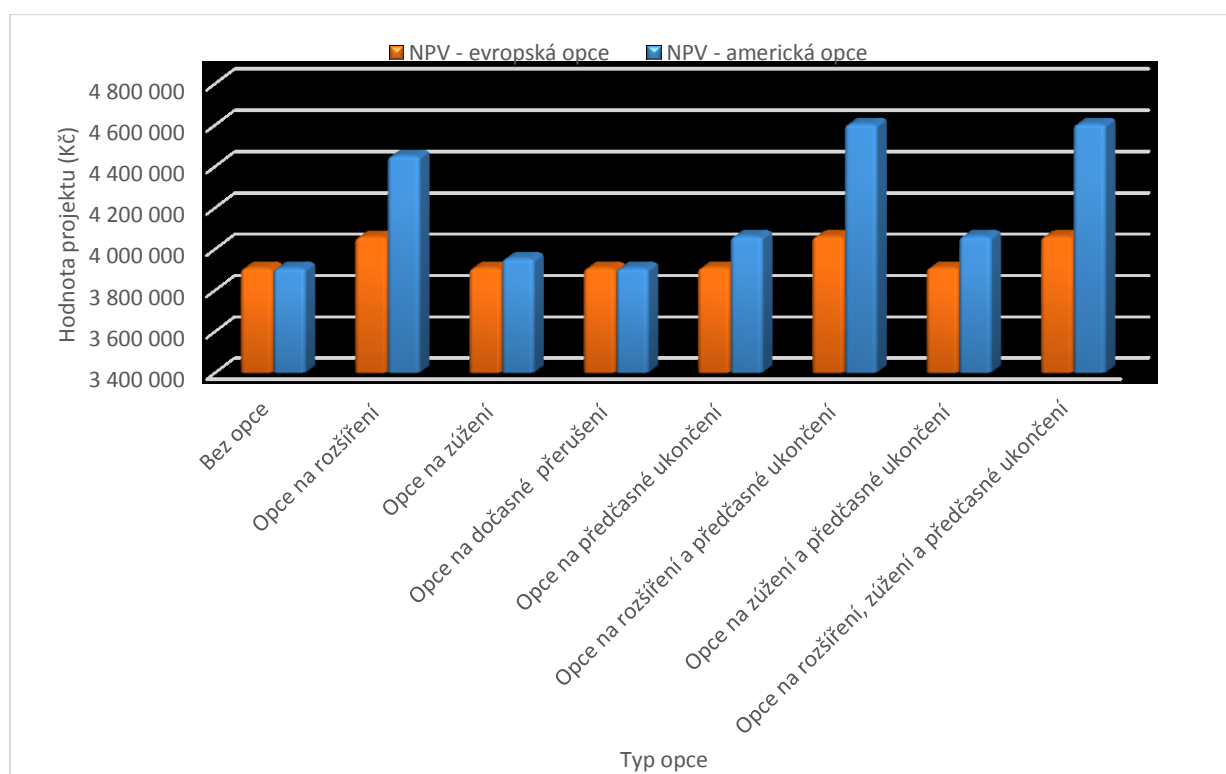
Zdroj: Vlastní zpracování

Z výše uvedené tabulky je zřejmé, že *NPV* projektu bude rovněž maximalizována při uplatnění portfolia reálných opcí na rozšíření a předčasné ukončení výroby. Absolutní přínos realizovaného projektu je odhadován ve výši 4 603 559 Kč. Cena flexibility je pak vyčíslena ve výši 697 458 Kč, což odpovídá součtu cen obou využitých opcí. Je-li využita tato kombinace opcí již od druhého roku životnosti investice, bude dosaženo zvýšení hodnoty projektu o 544 106 Kč, oproti možnostem uplatnění daného portfolia v posledním roce životnosti. V rámci portfolia opcí na rozšíření, zúžení a předčasné ukončení výroby nebude využita opce na zúžení výrobní kapacity.

V případě uplatnění pouze americké opce na zúžení výrobní kapacity činí hodnota flexibility 46 224 Kč, hodnota projektu je pak vyčíslena ve výši 3 952 324 Kč. Porovnáním s evropskou opcí na zúžení lze říci, že dřívějším uplatněním se hodnota projektu zvýší o 45 431 Kč. U opce na rozšíření je odhadována hodnota *NPV* ve výši 4 449 480 Kč, cena této opce je určena ve výši 543 379 Kč. Porovnáním s evropskou opcí se jedná o zvýšení *NPV* o 392 669 Kč. V případě portfolia amerických opcí na zúžení a předčasné ukončení bude uplatněna pouze opce na předčasné ukončení výroby, jejíž cena je odhadnuta ve výši 154 079 Kč, což je v porovnání s cenou evropské opce na ukončení nárůst o 151 437 Kč.

V následujícím Grafu 4.1 jsou zobrazeny hodnoty projektu pro jednotlivé typy opcí evropského a amerického typu.

Graf 4.1: Vývoj NPV evropské a americké opce



Zdroj: Vlastní zpracování

4.7 ANALÝZA CITLIVOSTI

Pomocí analýzy citlivosti je zkoumán vliv změn vybraných proměnných na hodnotu projektu (NPV) a cenu jednotlivých reálných opcí. Zachyceny jsou relativní změny původní hodnoty zvolené proměnné ve stejném rozsahu, a to při růstu i poklesu o 5, 10, 15 a 20 %. Vývoj cen opcí je také graficky prezentován. Jelikož citlivost NPV a cen opcí na změnu zvolených proměnných neovlivňuje, zda se jedná o evropskou či americkou opci, bude provedena analýza citlivosti pouze pro opce evropského typu, tzn., že u amerických opcí lze předpokládat stejný vývoj.

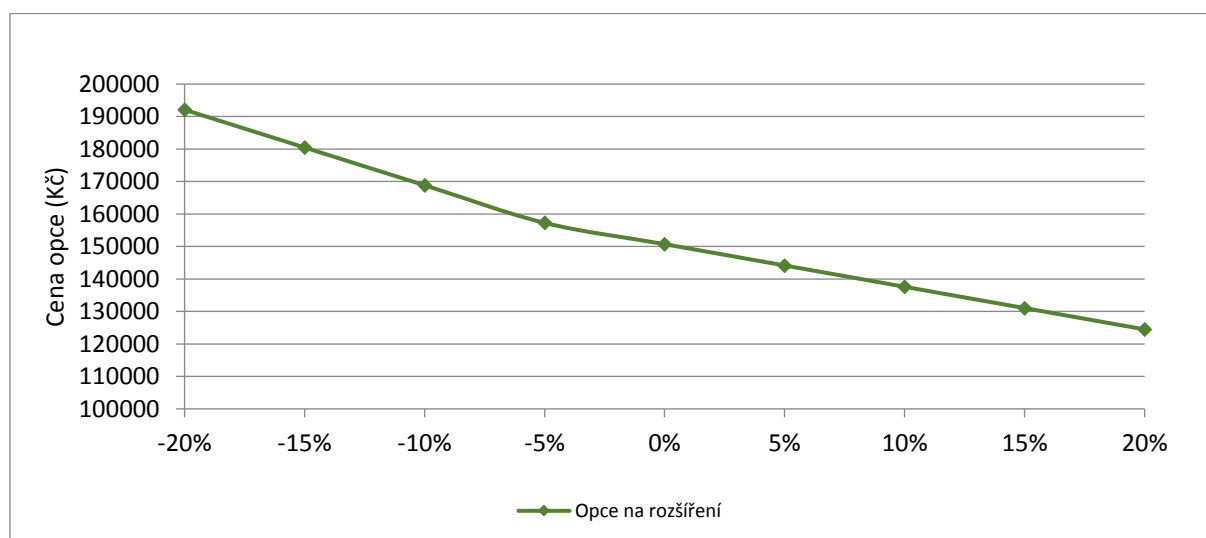
Nejprve je analyzována citlivost NPV a ceny opce na rozšíření v závislosti na změně realizační ceny, kterou představují náklady na rozšíření. Z Tabulky 4.15 je zřejmé, že v případě kupní opce dochází s růstem těchto nákladů k poklesu hodnoty opce, a tudíž i NPV . Naopak při poklesu nákladů na rozšíření např. o 10 % se cena této opce zvýší o 18 133 Kč oproti původní hodnotě 150 710 Kč. Vývoj ceny opce je zachycen v Grafu 4.2.

Tab. 4.15: Vývoj *NPV* a ceny opce na rozšíření výroby v závislosti na změně nákladů na rozšíření

% Změna	Náklady na rozšíření (Kč)	Cena opce (Kč)	<i>NPV</i> (Kč)
20 %	384 184	124 462	4 030 563
15 %	368 176	131 024	4 037 125
10 %	352 168	137 586	4 043 687
5 %	336 161	144 148	4 050 249
0 %	320 153	150 710	4 056 811
-5 %	304 145	157 272	4 063 373
-10 %	288 138	168 843	4 074 944
-15 %	272 130	180 470	4 086 571
-20 %	256 122	192 098	4 098 198

Zdroj: Vlastní zpracování

Graf 4.2: Vývoj ceny opce na rozšíření výroby v závislosti na změně nákladů na rozšíření



Zdroj: Vlastní zpracování

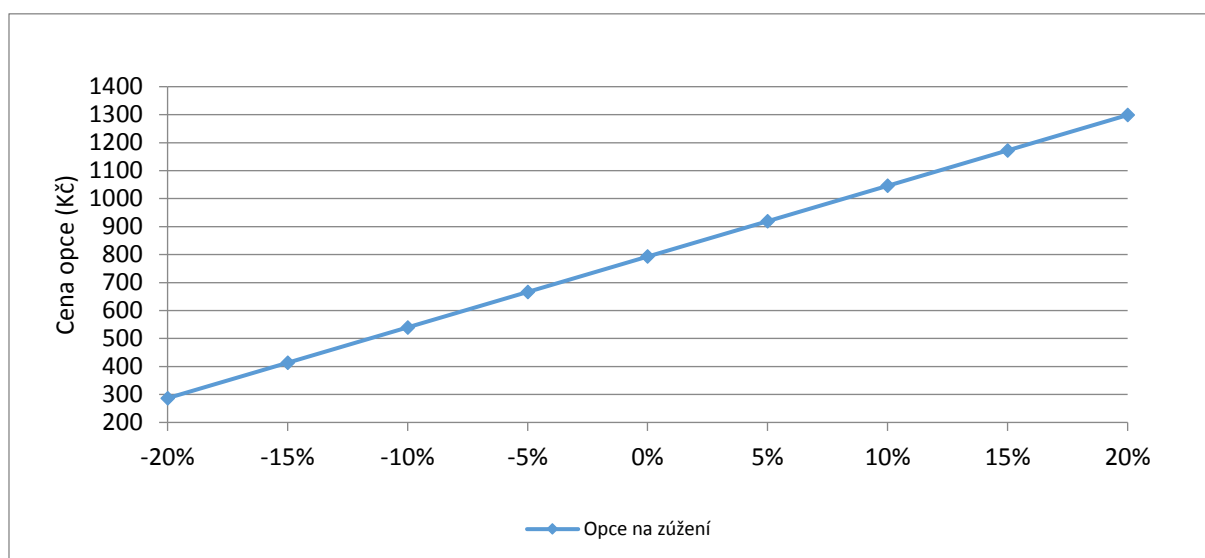
Mezi prodejní opce lze zařadit opci na zúžení výroby. Vývoj *NPV* a ceny opce je zobrazen v Tabulce 4.16. Pokud desinvestiční příjmy z prodeje části výrobní kapacity rostou, pravděpodobnost uplatnění opce se zvyšuje a hodnota flexibility roste, což zvýší hodnotu projektu. Naopak při poklesu cena opce klesá a o tuto hodnotu se rovněž sníží *NPV* projektu. V Grafu 4.3 je zachycen vývoj ceny opce na zúžení v závislosti na změně desinvestičních příjmů, které jsou realizační cenou.

Tab. 4.16: Vývoj *NPV* a ceny opce na zúžení výroby v závislosti na změně desinvestičních příjmů

% Změna	Desinvestiční příjmy (Kč)	Cena opce (Kč)	<i>NPV</i> (Kč)
20 %	71 126	1 299	3 907 399
15 %	68 162	1 172	3 907 273
10 %	65 199	1 046	3 907 146
5 %	62 235	919	3 907 020
0 %	59 272	793	3 906 893
-5 %	56 308	666	3 906 767
-10 %	53 344	540	3 906 640
-15 %	50 381	413	3 906 514
-20 %	47 417	287	3 906 387

Zdroj: Vlastní zpracování

Graf 4.3: Vývoj ceny opce na zúžení výroby v závislosti na změně desinvestičních příjmů



Zdroj: Vlastní zpracování

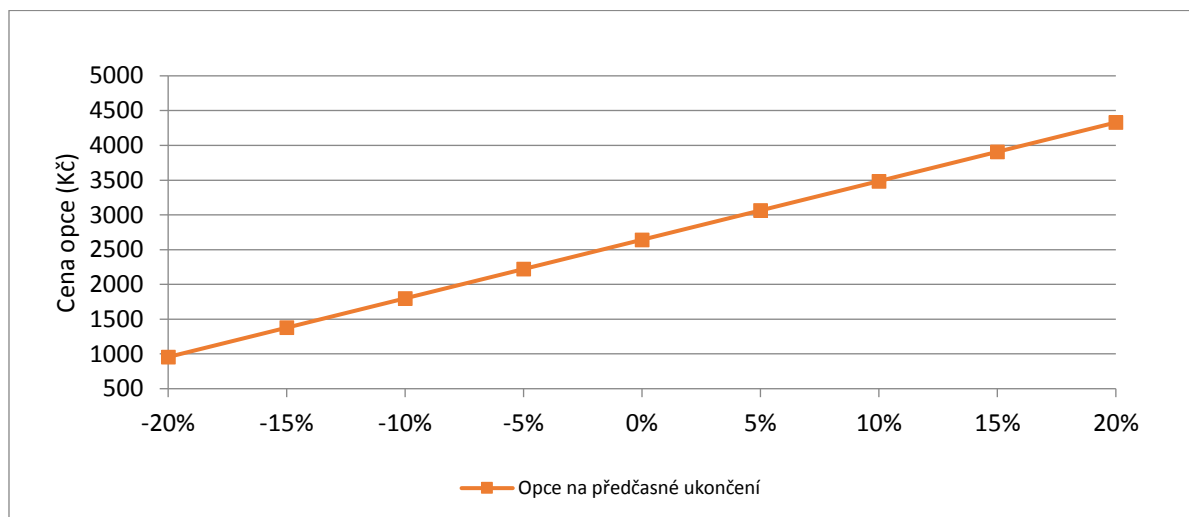
V případě opce na předčasné ukončení je zkoumán vliv změny prodejní ceny majetku na hodnotu projektu a opce. Výsledné hodnoty jsou uvedeny v Tabulce 4.17. Pokud se management rozhodne ukončit provoz strojního zařízení a následně ho prodat za cenu 237 086 Kč, zvýší se *NPV* projektu o 1 687 Kč. V případě prodejní ceny ve výši 158 058 Kč lze předpokládat hodnotu projektu ve výši 3 907 057 Kč. V Grafu 4.4 je zobrazen vývoj ceny této opce.

Tab. 4.17: Vývoj *NPV* a ceny opce na předčasné ukončení v závislosti na změně prodejní ceny majetku

% Změna	Prodejní cena (Kč)	Cena opce (Kč)	<i>NPV</i> (Kč)
20 %	237 086	4 329	3 910 430
15 %	227 208	3 907	3 910 008
10 %	217 329	3 486	3 909 586
5 %	207 451	3 064	3 909 165
0 %	197 572	2 643	3 908 743
-5 %	187 693	2 221	3 908 322
-10 %	177 815	1 799	3 907 900
-15 %	167 936	1 378	3 907 478
-20 %	158 058	956	3 907 057

Zdroj: Vlastní zpracování

Graf 4.4: Vývoj ceny opce na předčasné ukončení v závislosti na změně prodejní ceny



Zdroj: Vlastní zpracování

Dále je zjištěna citlivost *NPV* a cen všech vybraných typů opcí na změnu bezrizikové míry výnosnosti. V Tabulce 4.18 je zobrazena analýza citlivosti pro hodnotu projektu, vývoj ceny opcí je zachycen v Tabulce 4.19.

Tab. 4.18: Analýza citlivosti NPV na změnu R_F

		Opce na předčasné ukončení	Opce na rozšíření	Opce na zúžení
% Změna	R_F	NPV (Kč)	NPV (Kč)	NPV (Kč)
20 %	1,166 %	3 908 349	4 068 882	3 906 430
15 %	1,118 %	3 908 442	4 065 887	3 906 573
10 %	1,069 %	3 908 531	4 063 088	3 906 683
5 %	1,021 %	3 908 637	4 060 057	3 906 790
0 %	0,972 %	3 908 743	4 056 811	3 906 893
-5 %	0,923 %	3 908 856	4 053 753	3 906 990
-10 %	0,875 %	3 908 960	4 050 337	3 907 092
-15 %	0,826 %	3 909 068	4 047 334	3 907 200
-20 %	0,778 %	3 909 190	4 044 753	3 907 213

Zdroj: Vlastní zpracování

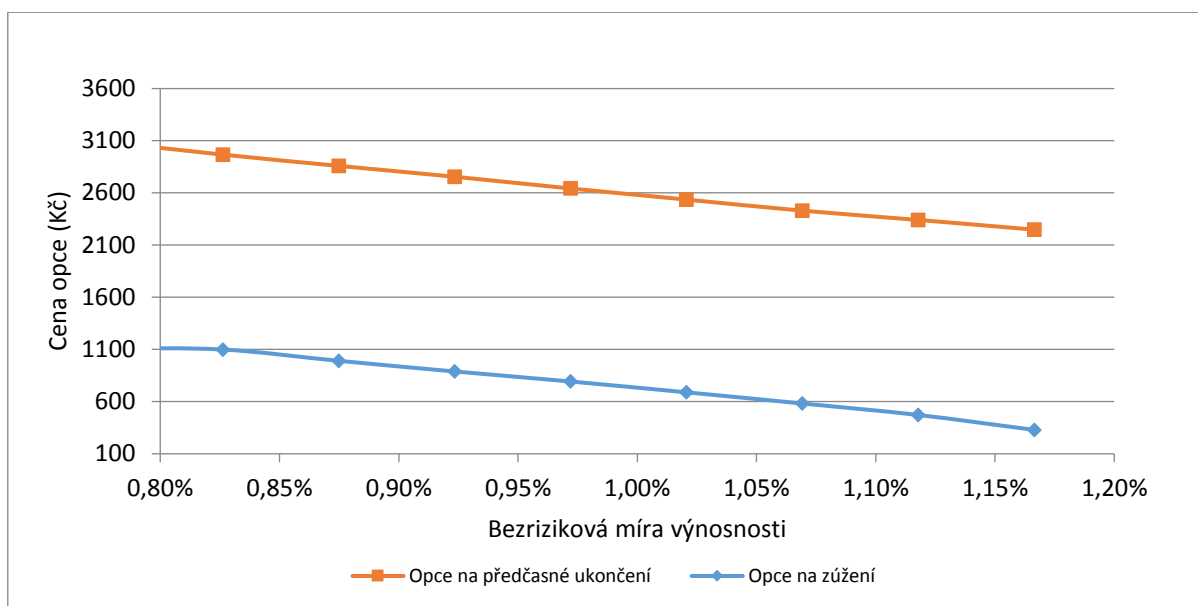
Tab. 4.19: Analýza citlivosti ceny opcí na změnu R_F

		Opce na předčasné ukončení	Opce na rozšíření	Opce na zúžení
% Změna	R_F	Cena opce (Kč)	Cena opce (Kč)	Cena opce (Kč)
20 %	1,166 %	2 248	162 781	329
15 %	1,118 %	2 341	159 786	472
10 %	1,069 %	2 430	156 987	582
5 %	1,021 %	2 536	153 956	689
0 %	0,972 %	2 643	150 710	793
-5 %	0,923 %	2 755	147 652	889
-10 %	0,875 %	2 859	144 236	991
-15 %	0,826 %	2 967	141 233	1 099
-20 %	0,778 %	3 089	138 652	1 112

Zdroj: Vlastní zpracování

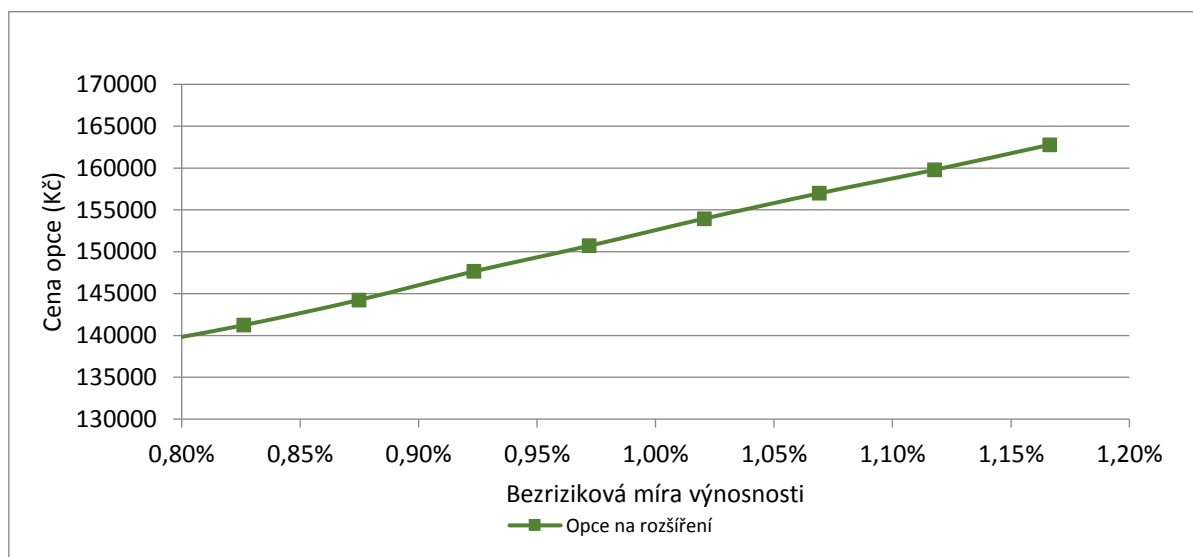
Z výše uvedené tabulky je zřejmé, že pro hodnotu kupní opce platí, že s růstem bezrizikové míry výnosnosti roste i její hodnota. Opce se tak stává hodnotnější, jelikož roste současná hodnota aktiva. U prodejní opce lze pozorovat opačný vývoj, s růstem bezrizikové úrokové míry hodnota opce klesá a NPV se snižuje. Vývoj cen jednotlivých opcí v závislosti na změně R_F je také zobrazen v Grafu 4.5 (prodejní opce) a Grafu 4.6 (kupní opce).

Graf 4.5: Vývoj cen opcí na zúžení a předčasné ukončení v závislosti na změně R_F



Zdroj: Vlastní zpracování

Graf 4.6: Vývoj ceny opce na rozšíření v závislosti na změně R_F



Zdroj: Vlastní zpracování

Na závěr je analyzována citlivost NPV a ceny jednotlivých opcí na změnu volatility podkladového aktiva. Výsledné hodnoty jsou uvedeny v Tabulce 4.20 a 4.21.

Tab. 4.20: Analýza citlivosti *NPV* na změnu volatility podkladového aktiva

		Opce na předčasné ukončení	Opce na rozšíření	Opce na zúžení
% Změna	Volatilita	<i>NPV</i> (Kč)	<i>NPV</i> (Kč)	<i>NPV</i> (Kč)
20 %	27,97 %	3 909 157	4 068 946	3 907 298
15 %	26,80 %	3 909 065	4 066 021	3 907 188
10 %	25,64 %	3 908 960	4 062 947	3 907 100
5 %	24,47 %	3 908 857	4 059 886	3 906 993
0 %	23,31 %	3 908 743	4 056 811	3 906 893
-5 %	22,14 %	3 908 646	4 053 760	3 906 754
-10 %	20,98 %	3 908 556	4 050 886	3 906 653
-15 %	19,81 %	3 908 479	4 047 870	3 906 526
-20 %	18,65 %	3 908 365	4 045 222	3 906 411

Zdroj: Vlastní zpracování

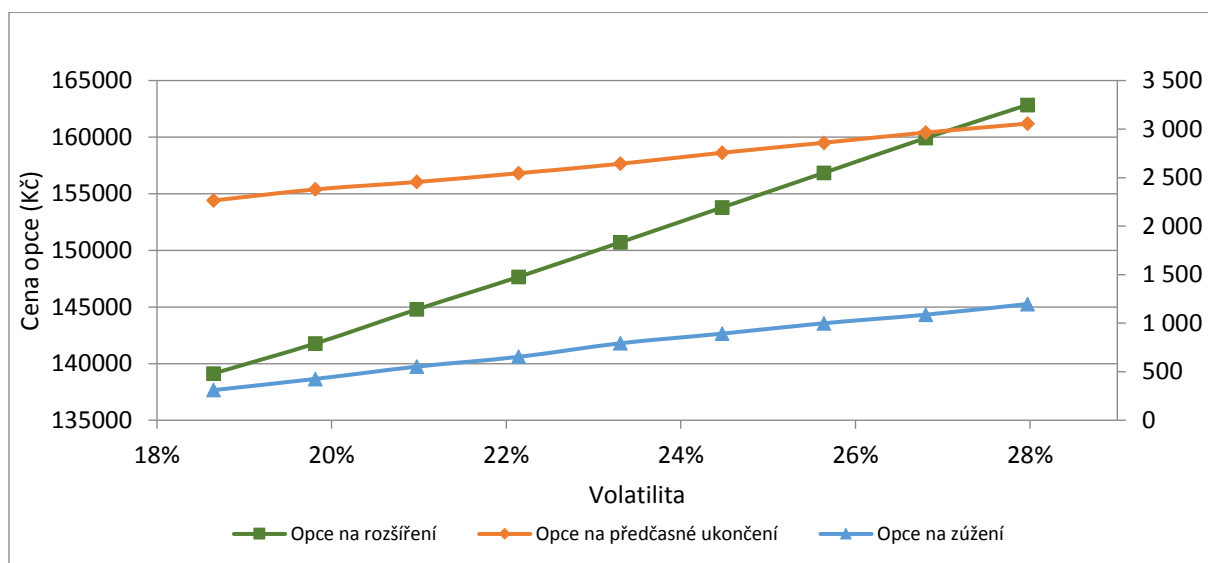
Tab. 4.21: Analýza citlivosti cen opcí na změnu volatility podkladového aktiva

		Opce na předčasné ukončení	Opce na rozšíření	Opce na zúžení
% Změna	Volatilita	Cena opce (Kč)	Cena opce (Kč)	Cena opce (Kč)
20 %	27,97 %	3 056	162 845	1 197
15 %	26,80 %	2 964	159 920	1 087
10 %	25,64 %	2 859	156 846	999
5 %	24,47 %	2 756	153 785	892
0 %	23,31 %	2 643	150 710	793
-5 %	22,14 %	2 545	147 659	653
-10 %	20,98 %	2 455	144 785	552
-15 %	19,81 %	2 378	141 769	425
-20 %	18,65 %	2 264	139 121	310

Zdroj: Vlastní zpracování

Z této tabulky lze pozorovat rostoucí vývoj ceny kupní i prodejní opce v souvislosti s růstem volatility hodnoty podkladového aktiva. Důvodem je zvýšení míry nejistoty ohledně budoucího vývoje hodnoty podkladového aktiva, čímž se pravděpodobnost, že opce bude uplatněna, zvýší a cena opce rovněž poroste. Naopak při poklesu volatility je vykazován pokles cen opcí. Tento vztah je také graficky zobrazen v Grafu 4.7.

Graf 4.7: Vývoj cen opcí v závislosti na změně volatility hodnoty podkladového aktiva



Zdroj: Vlastní zpracování

5 ZÁVĚR

Cílem této práce je stanovení hodnoty investičního projektu na bázi metodologie reálných opcí.

Tato práce je rozdělená na teoretickou a praktickou část, obsahuje celkem 5 hlavních kapitol. Druhá a třetí kapitola je teoreticky zaměřená. V druhé kapitole je uvedena obecná charakteristika opcí a jejich základní klasifikace. Hlavní pozornost je věnována členění opcí na finanční a reálné. Pro reálné opce jsou vymezeny základní parametry. Dále je zde uveden význam aktivního a pasivního přístupu k hodnocení projektu v rámci investičního rozhodování. Následně jsou popsány jednotlivé typy reálných opcí. Jedná se o opce na rozšíření i zúžení výrobní kapacity, ale také na dočasné přerušení či předčasné ukončení výroby. Součástí je charakteristika analýzy citlivosti.

V následující kapitole je uveden postup oceňování projektu využitím metodologie reálných opcí včetně stanovení volných finančních toků a hodnoty projektu. Následuje charakteristika binomického modelu, replikační strategie a geometrického Brownova procesu, dle kterého se vyvíjí hodnota podkladového aktiva. V závěru této kapitoly je uveden postup odvození koeficientů růstu a poklesu včetně přechodových pravděpodobností.

Tyto teoretické poznatky jsou pak aplikovány ve čtvrté kapitole. Obsahem této rozsáhlé kapitoly je představení společnosti *Pekařství – Cukrářství Knappe*, jejíž majitel se rozhodl investovat a zakoupit z vlastních zdrojů strojní zařízení RONDO na výrobu bezlepkových croissantů s dobou životnosti 5 let. Pořizovací cena tohoto majetku bez DPH činí 987 860 Kč. Dále jsou zde provedeny vstupní výpočty.

Předpokládá se, že náhodným parametrem je cena bezlepkového croissantu, která je vyčíslena pomocí kalkulace surovinových nákladů ve výši 6,90 Kč. Míra kolísání ceny (volatilita) je vypočtena pomocí geometrického Brownova procesu s logaritmickými cenami ve výši 23,31 %, kdy je zjištěna volatilita roční průměrné ceny potravinářské pšenice ovlivňující cenu bezlepkové mouky. Bezriziková úroková sazba je stanovena na základě dlouhodobých státních dluhopisů ve výši 0,972 %. K výpočtu jsou použity roční lineární účetní odpisy, jelikož zachycují skutečnou míru opotřebení majetku. Variabilní náklady se odhadují ve výši 70 % z objemu tržeb, fixní náklady zahrnují kromě odpisů i placené pojistné ve výši 153 572 Kč. Z důvodu rostoucího stavu zásob se předpokládá meziroční nárůst čistého pracovního kapitálu o 5 % po dobu životnosti investice.

Na základě těchto parametrů je nejprve aplikován pasivní přístup, kdy je hodnota projektu vyčíslena ve výši 3 906 101 Kč, což odpovídá nulové hodnotě flexibility. Jelikož je tato hodnota

kladná, projekt je výhodné realizovat. Následně je využita aktivní strategie, kdy je brána v úvahu flexibilita, čímž se zvýší hodnota projektu. Ocenění je zjištěno pomocí binomického modelu pro více období na bázi replikační strategie pro možnost uplatnění opcí na rozšíření, zúžení, dočasné přerušení a předčasné ukončení výroby a také pro portfolio těchto opcí. Nejprve je provedeno ocenění pro opce evropského typu, které je možné uplatit pouze na počátku pátého roku životnosti investice. Hodnota projektu bude maximalizována v případě, kdy bude v době životnosti strojního zařízení uplatněno portfolio evropských reálných opcí na rozšíření a předčasné ukončení. V této situaci se hodnota projektu zvýší o 153 353 Kč, což odpovídá součtu cen uplatněných opcí, na hodnotu 4 059 453 Kč. Naopak v případě využití opce na zúžení výroby se hodnota projektu zvýší pouze o 793 Kč na hodnotu 3 906 893 Kč. Pokud bude uplatněna evropská opce na rozšíření výrobní kapacity, hodnota projektu se zvýší na 4 056 811 Kč, kdy je cena této opce odhadnuta ve výši 150 710 Kč. Hodnota projektu s opcí na zúžení a předčasné ukončení se zvýší o 2 643 Kč na 3 908 743 Kč, uplatněná je pouze opce na předčasné ukončení. Jelikož je cena výrobku stanovena nad úroveň variabilních nákladů, nebude uplatněna opce na dočasné přerušení výroby a hodnota projektu bude rovna *NPV* bez opce.

Dále je provedeno ocenění projektu na bázi amerických opcí umožňující dřívější uplatnění, již od počátku druhého roku. Rovněž i v tomto případě *NPV* projektu bude maximalizována při uplatnění portfolia reálných opcí na rozšíření a předčasné ukončení výroby. Absolutní přínos realizovaného projektu je odhadován ve výši 4 603 559 Kč. Cena flexibility je pak vyčíslena ve výši 697 458 Kč, což odpovídá součtu cen obou využitých opcí. Je-li využita tato kombinace opcí již od druhého roku životnosti investice, bude dosaženo zvýšení hodnoty projektu o 544 106 Kč oproti možnosti uplatnění daného portfolia v posledním roce životnosti. V rámci portfolia opcí na rozšíření, zúžení a předčasné ukončení výroby nebude využita opce na zúžení výrobní kapacity. V případě uplatnění pouze americké opce na zúžení výrobní kapacity činí hodnota flexibility 46 224 Kč, hodnota projektu je pak vyčíslena ve výši 3 952 324 Kč. Porovnáním s evropskou opcí na zúžení lze říci, že dřívějším uplatněním se hodnota projektu zvýšila o 45 431 Kč. U opce na rozšíření je odhadována hodnota *NPV* ve výši 4 449 480 Kč, cena této opce je určena ve výši 543 379 Kč. Porovnáním s evropskou opcí se jedná o zvýšení *NPV* o 392 669 Kč. V případě portfolia amerických opcí na zúžení a předčasné ukončení bude uplatněna pouze opce na ukončení výroby, jejíž cena je odhadnuta ve výši 154 079 Kč, což je v porovnání s cenou evropské opce na ukončení nárůst o 151 437 Kč.

Na základě zjištěných poznatků lze také říci, že opce na rozšíření je uplatněna zejména pro optimistické scénáře vývoje, tedy pro horní větev binomického stromu. Naopak zúžení a

předčasné ukončení výroby je doporučeno při pesimistických scénářích vývoje ve spodních větvích binomického stromu.

V případě analýzy citlivosti je zkoumán vliv změny realizační ceny, bezrizikové sazby a volatility na hodnotu projektu a cen opcí, použity jsou evropské opce. V případě analyzování vztahu mezi realizační cenou a hodnotou opce lze říci, že v případě kupní opce dochází s růstem realizační ceny k poklesu hodnoty opce, a tudíž i *NPV*. Naopak hodnota projektu roste při poklesu realizační ceny, z důvodu růstu hodnoty flexibility. U prodejní opce bylo prokázáno, že s růstem realizační ceny se pravděpodobnost uplatnění opce zvýší a cena opce roste, tedy *NPV* projektu se zvyšuje. Naopak při poklesu cena opce klesá a o tuto hodnotu se rovněž sníží *NPV* projektu. Je-li zkoumán vliv změny bezrizikové sazby na hodnotu projektu, lze pozorovat, že s růstem bezrizikové sazby se hodnota projektu u kupní opce zvyšuje. U prodejní opce lze pozorovat opačný vývoj, s růstem bezrizikové úrokové míry hodnota opce klesá a *NPV* se snižuje. Dále je analyzována citlivost ceny opce a hodnoty projektu na změnu volatility aktiva, kdy lze pozorovat rostoucí vývoj ceny kupní i prodejní opce v souvislosti s růstem volatility hodnoty aktiva.

Význam opčních metod v posledních letech výrazně roste, avšak ocenění pomocí opcí pouze doplňuje tradiční dynamické metody. Opce jsou využívány zejména v odvětvích, která jsou charakteristická vysokým stupněm rizika a existuje tak vysoká pravděpodobnost uplatnění některého z aktivních zásahů.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Knižní literatura

1. AMBROŽ, Luděk. *Oceňování opcí*. 1. vyd. Praha: C. H. Beck, 2002. 313 s. ISBN 80-7179-531-3.
2. BOER, F. *The real options solution. Finding total value in a high-risk world*. New York: Wiley, 2002. 406 s. ISBN 0-471-20998-8.
3. BROYLES, J. E. *Financial management and real options*. Chichester: Wiley, 2003. 444 s. ISBN 0-471-89934-8.
4. ČERNOHORSKÝ, Jan a Petr TEPLÝ. *Základy financí*. 1. vyd. Praha: Grada, 2011. 304 s. ISBN 978-80-247-3669-3.
5. ČULÍK, M. *Aplikace reálných opcí v investičním rozhodování firmy*. 1. vyd. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2013. 198 s. ISBN 978-80-248-3069-8.
6. DLUHOŠOVÁ, Dana a kol. *Finanční řízení a rozhodování podniku*. 3. upr. vyd. Praha: Ekopress, 2010. 225 s. ISBN 978-80-86929-68-2.
7. DLUHOŠOVÁ, Dana a kol. *Nové přístupy a finanční nástroje ve finančním rozhodování*. Ostrava: VŠB-TUO, 2004. 640 s. ISBN 80-248-0669-X.
8. DVOŘÁK, Petr. *Finanční deriváty*. 3. vyd. Praha: VŠE, 1996. 218 s. ISBN 80-7079-139-X.
9. SCHOLLEOVÁ, H. *Hodnota flexibility. Reálné opce*. 1. vyd. Praha: C. H. Beck, 2007. 171 s. ISBN 978-80-7179-735-7.
10. STARÝ, Oldřich. *Reálné opce*. 1. vyd. Praha: A plus, 2003. 126 s. ISBN 80-902514-6-3.
11. SYNEK, Miloslav a kol. *Podniková ekonomika*. 4. přeprac. a doplň. vyd. Praha: C. H. Beck, 2006. 475 s. ISBN 80-7179-892-4.
12. ZMEŠKAL, Z., D. DLUHOŠOVÁ a T. TICHÝ. *Finanční modely*. 3. přeprac. a rozš. vyd. Praha: Ekopress, 2013. 267 s. ISBN 978-80-86929-91-0.
13. ZMEŠKAL, Z., M. ČULÍK a T. TICHÝ. *Finanční rozhodování za rizika*. 2. vyd. Ostrava: VŠB-TUO, 2005. 152 s. ISBN 80-248-0840-4.

Internetové odkazy

www.knappe.cz

www.pekass.cz

www.patria.cz

www.cnb.cz

www.eurostat.cz

www.czso.cz

MONTAGOVÁ, Jana. *Volba zdroje financování dlouhodobého majetku společnosti*. Ostrava, 2014. Diplomová práce. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Fakulta ekonomická, Katedra financí.

Zákony

Zákon č. 586/1992 Sb., o daních z příjmů

Zákon č. 563/1991 Sb., o účetnictví

Zákon č. 235/2004 Sb., o dani z přidané hodnoty

SEZNAM ZKRATEK

A	prodejní cena
B	bezriziková výpůjčka
c	cena opce
CF	cash flow projektu
\check{CPK}	čistý pracovní kapitál
d	koeficient poklesu
dS	změna tržní ceny podkladového aktiva
dt	doba mezi dvěma diskrétními okamžiky
dz	náhodná složka z normovaného normálního rozdělení
EAT	čistý zisk
$EBIT$	zisk před daněmi a úroky
EBT	hrubý zisk
FN	celkové fixní náklady
FCF	volné finanční toky
$FCFD$	peněžní toky pro věřitele
$FCFE_U$	peněžní toky pro vlastníky (nezadlužený projekt)
$FCFF_U$	peněžní toky pro firmu (nezadlužený projekt)
h	množství podkladových aktiv
I_C	desinvestiční příjmy
I_E	dodatečné investiční výdaje
INV	investiční výdaj
k_1	koeficient pro zrychlené odepisování v prvním roce
k_2	koeficient pro zrychlené odepisování v dalších letech
KV	kapitálový výdaj

M^{SD}	jednotková marže
n	doba odepisování
N	celkové provozní náklady
NPV	čistá současná hodnota
ODP	roční výše odpisů
$ost.FN$	celkové fixní náklady bez odpisů
P	cena produkce
p^d	rizikově neutrální pravděpodobnost poklesu
p^u	rizikově neutrální pravděpodobnost růstu
PV	současná hodnota
Q	rozsah produkce
R	náklad kapitálu
R_{EU}	náklady na vlastní kapitál nezadluženého projektu
R_F	bezriziková míra výnosnosti
R_U	náklady celkového kapitálu nezadluženého projektu
R_{MOD}	spojitý výnos modelu
R_{SKUT}	skutečný spojitý výnos
RO	roční odpis
ROS	roční odpisová sazba
S	hodnota podkladového aktiva
SD	sazba daně z příjmů
S_{t+dt}^u	hodnota podkladového aktiva při růstu v následujícím období
S_{t+dt}^d	hodnota podkladového aktiva při poklesu v následujícím období
T	doba do splatnosti opce, doba životnosti projektu
t	jednotlivá léta životnosti investice

TR	celkové tržby
u	koefficient růstu
V^A	součet PV očekávaných CF projektu při pokračování ve výrobě
V^C	součet současných hodnot očekávaných CF likvidované části projektu
V^E	součet současných hodnot očekávaných CF rozšířené části projektu
VC	vstupní cena
VH	vnitřní hodnota opce
VN	celkové variabilní náklady
vn	jednotkové variabilní náklady
$WACC$	průměrné náklady celkového kapitálu
X	realizační cena
z	náhodná proměnná z normovaného normálního rozdělení
ZC	zůstatková cena
α	parametr trendu
ε	reziduum
π	hodnota replikačního portfolia
σ	volatilita (směrodatná odchylka)
σ^2	rozptyl

PROHLÁŠENÍ O VYUŽITÍ VÝSLEDKŮ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Prohlašuji, že

- jsem byla seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo;
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3);
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě archivována v Ústřední knihovně VŠB-TUO a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že bibliografické údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO;
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- bylo sjednáno, že užít své dílo, diplomovou práci, nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 7. dubna 2017

.....*Jana Montagová*.....
Bc. Jana Montagová

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: Regresní analýza

Příloha č. 2: Binomický strom vývoje *EBT*, *EAT*

Příloha č. 3: Opce na dočasné přerušení výroby – binomický strom vývoje *EBT*, *EAT*

Příloha č. 4: Americká opce na rozšíření výrobní kapacity

Příloha č. 5: Americká opce na zúžení výrobní kapacity

Příloha č. 6: Americká opce na předčasné ukončení výroby

Příloha č. 7: Portfolio amerických reálných opcí na rozšíření a předčasné ukončení výroby

Příloha č. 8: Portfolio amerických reálných opcí na zúžení a předčasné ukončení výroby

Příloha č. 9: Portfolio amerických reálných opcí na rozšíření, zúžení a předčasné ukončení výroby